ASES X. INTERNATIONAL HEALTH, ENGINEERING AND SCIENCES CONGRESS

CONFERENCE BOOK

EDITOR Prof. Dr. MUHİTDİN YILMAZ

ASES X. INTERNATIONAL HEALTH, ENGINEERING AND SCIENCES CONGRESS

APRIL 25-27, 2025
SINOP,TURKIYE

EDITOR: Prof. Dr. MUHİTDİN YILMAZ

COPYRIGHT©2025
BY ASES CONGRESS ORGANIZATION PUBLISHING COMPANY LIMITED ALL RIGHTS RESERVED. NO PART OF THIS PUBLICATION MAY BE REPRODUCED, DISTRIBUTED OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS, INCLUDING PHOTOCOPYING, RECORDING OR OTHER ELECTRONIC OR MECHANICAL METHODS, WITHOUT THE PRIOR WRITTEN PERMISSION OF THE PUB LISHER, EXCEPT IN THE CASE OF BRIEF QUOTATI ONS EMBODIED IN CRITICAL REVIEWS AND CERTAIN OTHER NONCOMMERCIAL USES PERM ITTED BY
COPYRIGHT LAW.
ASES CONGRESS ORGANIZATION PUBLISHING® IT IS RESPONSIBILITY OF THE AUTHOR TO ABIDE BY THE PUBLISHING ETHICS RULES.

22.05.2025
ISBN: 978-625-96918-1-7

CONFERENCE ID

CONFERENCE TITLE

ASES X. INTERNATIONAL HEALTH, ENGINEERING AND SCIENCES CONGRESS

DATE AND PLACE

APRIL 25-27, 2025

SİNOP, TURKIYE

ORGANIZATION

ASES

(ACADEMY OF SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL STUDIES)

LANGUAGES

TURKISH, ENGLISH, RUSSIAN

HONORARY PRESIDENT OF THE CONGRESS

Prof. Dr. ŞAKİR TAŞDEMİR

RECTOR

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

CHAIRMAN OF THE ORGANIZING COMMITTEE

Prof. Dr. MUHİTDİN YILMAZ

VICE RECTOR

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

REGULATORY BOARD

Prof. Dr. EHAB ABDEL-LATIF ATTIA KHALIFA

MANSOURA UNIVERSITY (EGYBT)

Prof. Dr. HASAN OĞUL

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. HOSSAM EL-DIN SALAH MOUSTAFA

MANSOURA UNIVERSITY (EGYBT)

Prof. Dr. HURİYE DEMET CABAR

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. İBRAHİM ÖZTÜRK

NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. MİKAİL MAHARRAMOV

LANKARAN STATE UNIVERSITY (AZERBAIJAN)

Prof. Dr. MERYEM SEFERİNOĞLU

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. MIMOUNE NORA

NATIONAL HIGH SCHOOL OF VETERINARY (MOROCCO)

Prof. Dr. MUSTAFA TALAS

NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. RIZA BAYRAK

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. SELAHATTİN BARDAK

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. ŞÜKRÜ ÇELİK

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. AHMED EID MOUSSA SHAHIN

MANSOURA UNIVERSITY (EGYBT)

Assoc. Prof. ALİ TİFTİKÇİ

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. AYSEL VEYİSOĞLU

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. BİLGE BAL ÖZKAPTAN

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. DİLEK SAĞIR

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. DİLEK ŞAHİN

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. FATİH GÜMÜŞ

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. FİLİZ ER

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. HÜSEYİN TURAN ARAT

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. HÜSEYİN BOZ

ATATÜRK UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. MUSTAFA KEMAL BALKİ

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. LOKMAN ZOR

NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. ÖMER ELKIRAN

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. PINAR ACAR BOZKURT

ANKARA UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assist. Prof. AHMET KARAOĞLU

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assist. Prof. HÜSEYİN ŞAHİNER

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assist. Prof. ÖZGENUR HACIOĞLU

KIRKLARELİ UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assist. Prof. SERKAN İŞCAN

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

DR. MARIUS LOLEA

UNIVERSITY OF ORADEA (ROMANIA)

GHEORGHE GIURGIU

DENIPLANT-AIDE SANTE BIOMEDICINE CENTER (ROMANIA)

KOORDİNATÖR

ASLI ZENCİRLİ

SCIENCE BOARD

Prof. Dr. ABEER MOHAMED ZAKARIA ABDEL AZIZ

MANSOURA UNIVERSITY (EGYBT)

Prof. Dr. ABDELHAMID ROSSI

UNIVERSITY ABDELMALEK ESSAADI (MOROCCO)

Prof. Dr. ADNAN SÖZEN

ADANA ALPARSLAN TÜRKEŞ BİLİM VE TEKNOLOJİ UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. ADNAN ÜNALAN

NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. ADNAN VRAYNKO

ULUSLARARASI VİZYON UNIVERSITY (MACEDONIA)

Prof. Dr. ALAATTİN ESEN

İNÖNÜ UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. ALİ RIZA MOTORCU

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. AMANY MOHAMED SHEBL ABD-ELLATEEF

MANSOURA UNIVERSITY (EGYBT)

Prof. Dr. ASIM KART

MEHMET AKİF ERSOY UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. DR. ASLI KURNAZ

KASTAMONU UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. ATAKAN TUĞKAN YAKUT

NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. AYBEYAN SELİM

ULUSLARARASI VİZYON UNIVERSITY (MACEDONIA)

Prof. Dr. AYHAN CEYHAN

NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. BARIŞ YILMAZ

ULUSLARARASI VİZYON UNIVERSITY (MACEDONIA)

Prof. Dr. BAŞAK HANEDAN

ATATÜRK UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. BERRABAH HAMZA MADJID

UNIVERSITY OF RELIZANE (MOROCCO)

Prof. Dr. BİLGE KARATEPE

NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. BURCU SEÇKİN DİNLER

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. BOUMAZZOU IBRAHIM

UNIVERSITE IBN TOFAIL (MOROCCO)

Prof. Dr. CHEE-MING CHAN

UNIVERSITI TUN HUSSEIN ONN (MALAYSIA)

Prof. Dr. ENGİN ŞAHNA

FIRAT UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. FAHRİYE ALTINAY AKSAL

YAKIN DOĞU UNIVERSITY (TRNC)

Prof. Dr. FATİH DUMAN

ERCİYES UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. FATMA EL-EMAM HAFEZE

MANSOURA UNIVERSITY (EGYBT)

Prof. Dr. FERHAN SOYUER

Prof. Dr. GÖKMEN DAĞLI

GİRNE UNIVERSITY (TRNC)

Prof. Dr. Güley KURT COŞKUN

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. HAKAN DEMİR

NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. HALA GABR MAHMOUD

MANSOURA UNIVERSITY (EGYBT)

Prof. Dr. HAMDY EL-METWALLY

MANSOURA UNIVERSITY (EGYBT)

Prof. Dr. HASAN AKGÜL

AKDENİZ UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. HASSAN ZARIOUH

MOHAMMED FIRST UNIVERSITY (MOROCCO)

Prof. Dr. HÜLYA ÇİÇEK

GAZİANTEP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. HÜLYA DEMİRÖREN

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. IBODULLA MIRZAYEV

ŞERAF REŞİDOV ADLI SEMERKANT DEVLET UNIVERSITY (UZBEKISTAN)

Prof. Dr. İBRAHİM ÖRÜN

AKSARAY UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. LAMIAÂ EL MENZHI

UNIVERSITY ABDELMALEK ESSAADI (MOROCCO)

Prof. Dr. MANOLE COJOCARU

TITU MAIORESCU UNIVERSITY (ROMANIA)

Prof. Dr. MIMOUNE NORA

NATIONAL HIGH SCHOOL OF VETERINARY (MOROCCO)

Prof. Dr. MİKAİL MAHARRAMOV

LANKARAN STATE UNIVERSITY (AZERBAIJAN)

Prof. Dr. MİTHAT UYSAL

DOĞUŞ UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. MOHAMED ABDELAAL

MANSOURA UNIVERSITY (EGYBT)

Prof. Dr. MOHAMED HASSAN MANSOUR

Prof. Dr. MOHAMED MILOUDI

RELIZANE UNIVERSITY (MOROCCO)

Prof. Dr. MORAKENG EDWARD KENNETH LEBAKA

ZULULAND UNIVERSITY (GÜNEY AFRİKA)

Prof. Dr. MUHİTTİN YILMAZ

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. MUSTAFA KARATEPE

NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. NAİLE BİLGİLİ

GAZİ UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. OSMAN SEYYAR

NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. OSSAMA BADIE ABOUELATTA

MANSOURA UNIVERSITY (EGYBT)

Prof. Dr. OULAID KAMACH

UNIVERSITY ABDELMALEK ESSAADI (MOROCCO)

Prof. Dr. RAHMANI ABDELHAI

MOULAY ISMAIL UNIVERSITY (MOROCCO)

Prof. Dr. RAUL DUARTE SALGUEIRAL GOMES CAMPILHO

ISEP UNIVERSITY (PORTUGAL)

Prof. Dr. RECAİ KUŞ

SELÇUK UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. SİBEL KAHRAMAN

İNÖNÜ UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. VALENTIN STOYANOV

TRAKYA UNIVERSITY (BULGARİSTAN)

Prof. Dr. YÜKSEL KAPLAN

NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Prof. Dr. ZEHRA ALTINAY GAZİ

YAKIN DOĞU UNIVERSITY (TRNC)

Prof. Dr. ZELİHA GÖKBAYRAK

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. ABDULLAH IŞIK

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. AYŞE ARICI

ULUSLARARASI VİZYON UNIVERSITY (MACEDONIA)

Assoc. Prof. AYTEN ÖZSAVAŞ AKÇAY

YAKIN DOĞU UNIVERSITY (TRNC)

Assoc. Prof. CAN KARA

YAKIN DOĞU UNIVERSITY (TRNC)

Assoc. Prof. CHINGIZ MAMEDOV

BAKU STATE UNIVERSITY (AZERBAIJAN)

Assoc. Prof. CVETANKA VELKOSKA

ULUSLARARASI VİZYON UNIVERSITY (MACEDONIA)

Assoc. Prof. DIVYA VINAYACHANDRAN

SRM INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (INDIA)

Assoc. Prof. DİLEK GÜMÜŞ

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. DİLEK ŞAHİN

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. DOĞAN ÇİLOĞLU

ATATÜRK UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. ELZBIETA PATKOWSKA

UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES IN LUBLIN (POLAND)

Assoc. Prof. EL HOUARI NESRINE

TLEMCEN UNIVERSITY (MOROCCO)

Assoc. Prof. ERKAN AYDINTAN

KARADENİZ TEKNİK UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. FATMA BİRGİLİ

MUĞLA SITKI KOCMAN UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. FEHMİ SKENDER

ULUSLARARASI VİZYON UNIVERSITY (MACEDONIA)

Assoc. Prof. HATİCE ÖZDEMİR

ATATÜRK UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. HOSAM SALAHELDIN MOHAMED IBRAHIM

MANSOURA UNIVERSITY (EGYBT)

Assoc. Prof. MEHMET BULUT

HAKKARİ UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. MEHMET KERİM GÜLLAP

ATATÜRK UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. MERDACI SLIMANE

DJILLALI LIABES UNIVERSITY OF SIDI BEL ABBES (ALGERIA)

Assoc. Prof. MOHAMED MOAWAD ABDOU ABD-ELSALAM

MANSOURA UNIVERSITY (EGYBT)

Assoc. Prof. MUHAMMAD KASIB KHAN

UNIVERSITY OF AGRICULTURE FAISALABAD (PAKISTAN)

Assoc. Prof. MURAT EYVAZ

GEBZE TEKNİK UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. MUSTAFA CAN CANOĞLU

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. MUSTAFA UFUK ÇELİK

YAKIN DOĞU UNIVERSITY (TRNC)

Assoc. Prof. MUSTAFA KEMAL BİLİCİ

MARMARA UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. OYLUM GÖKKURT BAKİ

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. RÉDHA BELALA

SAAD DAHLEB BLİDA 1 UNİVERSİTY (ALGERIA)

Assoc. Prof. SADRETTİN YÜKSEL

ATATÜRK UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. SELVAKUMAR PALANIAPPAN

SIVET COLLEGE (INDIA)

Assoc. Prof. SEMET ÇELİK

ATATÜRK UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. SEMİRHAN GÖKÇE

NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. SERKAN ŞENOCAK

ATATÜRK UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. SİNEM KASIMOĞLU

YAKIN DOĞU UNIVERSITY (TRNC)

Assoc. Prof. ŞÜKRİYE ÇAKMAK

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assoc. Prof. TAMER TURGUT

ATATÜRK UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assist. Prof. AHMET TIĞLI

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assist. Prof. ALDEMIR MALVERIA DE OLIVERIA

UNIVERSITY CENTER FOR HIGHER EDUCATION OF AMAZONAS (BRAZIL)

Assist. Prof. ASMAA ALI KHATER

MANSOURA UNIVERSITY (EGYBT)

Assist. Prof. AYHAN ATIGAN

KARABÜK UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assist. Prof. BERNA ERSOY ÖZCAN

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assist. Prof. BÜŞRA YARANOĞLU

BALIKESİR UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assist. Prof. CANAN AKSOY

KARADENİZ TEKNİK UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assist. Prof. CİHAN DÜŞGÜN

NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assist. Prof. ELİF ARICI

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assist. Prof. EYLEM AYDEMİR

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assist. Prof. GÜLSAH GÜRKAN

TURGUT ÖZAL UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assist. Prof. GÜLÜZAR ÖZBOLAT

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assist. Prof. HANDE USANMAZ

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assist. Prof. HAKAN ASLAN

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assist. Prof. İSMAİL HAKKI TEKİNER

İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assist. Prof. MAHBUBOR RAHMAN

BANGLADESH UNIVERSITY OF TEXTILES (BANGLADESH)

Assist. Prof. NAJIM ABDULLA

DUHOK UNIVERSITY (IRAK)

Assist. Prof. OKTAY KIZKAPAN

NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assist. Prof. ÖZHAN ŞENOL

NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assist. Prof. PINAR GÜMÜŞ

KİLİS 7 ARALIK UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assist. Prof. RAJA MOHAMMAD LATIF

PRINCE MOHAMMAD BIN FAHD UNIVERSITY (SAUDI ARABIA)

Assist. Prof. ROZINA KHATTAK

SHAHEED BENAZIR BHUTTO WOMEN UNIVERSITY (PAKISTAN)

Assist. Prof. SABIHA GÖKÇEN ZEYBEK

YAKIN DOĞU UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assist. Prof. SARBU OXANA

NICOLAE TESTEMITANU STATE UNIVERSITY (MOLDOVIA)

Assist. Prof. Sevgi ÇAĞALTAY KAYAOĞLU

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assist. Prof. SHARBIR WANI

SHERE KASHMIR UNIVERSITY (INDIA)

Assist. Prof. TUBA DEMİREL

HASAN KALYONCU UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Assist. Prof. TURGAY YALÇINKAYA

SİNOP UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Dr. CAN YOLAGİDEN

YOZGAT (TURKIYE)

Dr. DİLEK ARSLAN ATEŞSAHİN

FIRAT UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Dr. DİLEK YILDIRIM GÜRKAN

YOZGAT BOZOK UNIVERSITY (TÜRKİYE)

Dr. LE KHANH GIANG

UNIVERSITY OF TRANSPORT AND COMMUNICATION (VİETNAM)

Dr. MANKOUR MOHAMED

UNIVERSITY OF RELIZANE (ALGERIA)

Dr. MEHMET ARSLAN

MALATYA (TURKIYE)

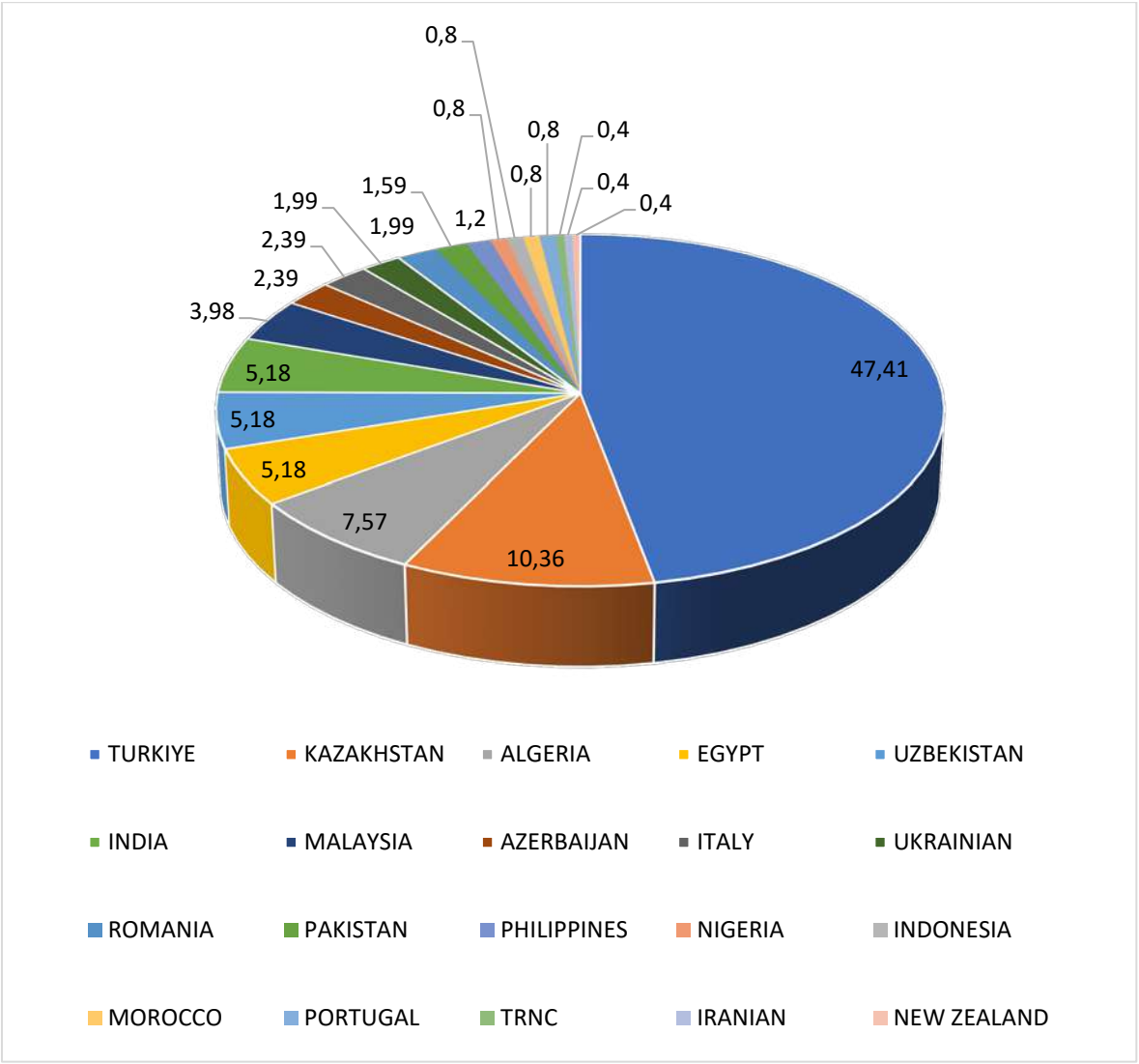
Dr. NAHED ATTIA TAHA KANDEEL

MANSOURA UNIVERSITY (EGYBT)

CONFERENCE STATISTICS

Distribution of the papers presented orally at the conference by countries

Country	Number of Papers	Percentage (%)
TURKIYE	119	47.41%
KAZAKHSTAN	26	10.36%
ALGERIA	19	7.57%
EGYPT	13	5.18%
UZBEKISTAN	13	5.18%
INDIA	13	5.18%
MALAYSIA	10	3.98%
AZERBAIJAN	6	2.39%
ITALY	6	2.39%
UKRAINIAN	5	1.99%
ROMANIA	5	1.99%
PAKISTAN	4	1.59%
PHILIPPINES	3	1.20%
NIGERIA	2	0.80%
INDONESIA	2	0.80%
MOROCCO	2	0.80%
PORTUGAL	2	0.80%
TRNC	1	0.40%
IRANIAN	1	0.40%
NEW ZEALAND	1	0.40%
TOTAL	**251**	**100**


47,41
10,36
7,57
5,18
5,18
5,18
3,98
2,39
2,39
1,99
1,99
1,59
1,2
0,8
0,8
0,8
0,4
0,4
0,4
TURKIYE
KAZAKHSTAN
ALGERIA
EGYPT
UZBEKISTAN
INDIA
MALAYSIA
AZERBAIJAN
ITALY
UKRAINIAN
ROMANIA
PAKISTAN
PHILIPPINES
NIGERIA
INDONESIA
MOROCCO
PORTUGAL
TRNC
IRANIAN
NEW ZEALAND

ASES X. INTERNATIONAL HEALTH, ENGINEERING AND SCIENCES CONGRESS

APRIL 25-27, 2025

SINOP UNIVERSITY, SINOP, TURKIYE

FACE TO FACE CONFERENCE PROGRAM

ASES X. INTERNATIONAL HEALTH, ENGINEERING AND SCIENCES CONGRESS

CONFERENCE PLACE: SINOP UNIVERSITY
Ahmet Muhip Dıranas practice hotel

CONFERENCE REGISTRATION: 09:00-09:30

OPENING CEREMONY: 09:30-10:00

25.04.2025
FRIDAY / 10:00-12:00 (Türkiye Time)
SESSION: 1 HALL: 1 / MODERATOR

Assist. Prof. Yavuz ÜNAL

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Eray SEZER Assoc. Prof. Oğuz KOÇAR Nergizhan ANAÇ Furkan PARMAKSIZ	Zonguldak Bülent Ecevit University	INVESTIGATION of THE WELDIBILTY of ABS PLUS and PA6 GF30 SHEETS by FRICTION STIR WELDING
Assist. Prof. Ahmet KARAOĞLU Assist. Prof. Hüseyin SÖYLER	Sinop University	EVALUATION OF ENGINE PERFORMANCE USING A FUZZY MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING (FMCDM) APPROACH: TOPSIS AND MACHINE LEARNING COMPARISON
Adem GÜNDOĞDU Assist. Prof. Volkan ACAR Res. Assist. Merve YAZICI Prof. Dr. Ferit ÇAKIR	Milli Savunma Bakanlığı Askeri Fabrikalar Genel Müdürlüğü Atatürk University Gebze Teknik University	FLEXURAL BEHAVIOR OF FIBER ROPE CORE-BASED SANDWICH COMPOSITES
Assist. Prof. Yavuz ÜNAL	Sinop University	DETECTION OF BEAN LEAF DISEASES WITH CUSTOM LIGHTWEIGHT CNN ARCHITECTURES
Muhammed Said BİRHAN Muhammed Emin KULA Assist. Prof. Bilal USANMAZ Prof. Dr. Ömer GÜNDOĞDU	Atatürk University	VIBRATION MODEL AND SIMULATION OF AN E-SCOOTER WITH ITS RIDER
Muhammed Emin KULA Assist. Prof. Volkan ACAR Assist. Prof. Yavuz Selim TARİH Prof. Dr. Ömer GÜNDOĞDU	Atatürk University	STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF ASTRAGALUS NATURAL FIBER
Assist. Prof. Hande USANMAZ	Sinop Üniversitesi	INHIBITION OF MYELOPEROXIDASE ENZYME BY NAPHTHALENE-2-SULFONAMIDE, 4-NITROBENZENESULFONYL CHLORIDE, 2-FLUOROBENZENESULFONYL CHLORIDE, AND METHANESULFONAMIDE
Assist. Prof. Ayşe KARAHAN Benazir Başak KOÇ Prof. Dr. Faris KARAHAN	Atatürk University	HEALING GARDEN APPROACHES SHAPED BY ART MOVEMENTS THROUGHOUT HISTORY
Benazir Başak KOÇ Prof. Dr. Faris KARAHAN	Atatürk University	"SUSTAINABLE HEALTHCARE CAMPUSES AND GREEN INFRASTRUCTURE APPLICATIONS WITHIN THE FRAMEWORK OF ECOLOGICAL ARCHITECTURE APPROACHES"

25.04.2025
FRIDAY / 10:00-12:00 (Türkiye Time)
SESSION: 1 HALL: 2 / MODERATOR

Assoc. Prof. Emire ELMAS

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Lect. Aynur ATAMAN KUFACI Assist. Prof. Gülcan DEMİR	Sinop University	THE ROLE OF WEARABLE TECHNOLOGIES IN EARLY DETECTION AND MANAGEMENT OF DEMENTIA: AN EVALUATION BETWEEN 2010-2024
Assist. Prof. Gülcan DEMİR Lect. Aynur ATAMAN KUFACI	Sinop University	ADDICTION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS: A BIBLIOMETRIC
Hasip AĞIRÇELİK Prof. Dr. Muhitdin YILMAZ	Sinop University	INVESTIGATION OF ENVIRONMENTAL AWARENESS LEVELS OF STUDENTS AT SINOP UNIVERSITY
İlknur KARAAĞAÇ Prof. Dr. Muhitdin YILMAZ	Sinop University	INVESTIGATION OF HEAVY METAL POLLUTION IN SINOP PROVINCE KARASU STREAM SEDIMENTS
Assoc. Prof. Aysel VEYİSOĞLU Assoc. Prof. Demet TATAR	Sinop University Hittit University	DETERMINATION OF ANTIBACTERIAL AND ANTIFUNGAL POTENTIAL OF Trachystemon orientalis (L.) G. DON (KALDİRİK) PLANT COLLECTED FROM ORDU PROVINCE
Ekin ÖZTÜRK	Sinop University	INVESTIGATION OF CAD-CAM PARAMETERS IN ADDITIVE MANUFACTURING PROCESSES FOR AEROSPACE APPLICATIONS
Assoc. Prof. Emire ELMAS	Sinop University	NITROGEN DYNAMICS in PANCRATIUM MARITIMUM L. and LEUCOJUM AESTIVUM L.: A COMPARATIVE ANALYSIS in RELATION to PHENOLOGICAL STAGES

25.04.2025
FRIDAY / 13:30-15:30 (Türkiye Time)
SESSION: 2 HALL: 1 / MODERATOR
Assist. Prof. Gökay TAŞKAYA

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Lect. Ebru ERTAŞ	Kütahya Sağlık Bilimleri University	NEW METHODS IN MIDWIFERY EDUCATION
Lect. Ebru ERTAŞ	Kütahya Sağlık Bilimleri University	UNPLANNED PREGNANCIES AND MIDWIFERY APPROACH
Res. Assist. Feride ÇEVİK	Kütahya Sağlık Bilimleri University	COMMON PHYSIOLOGICAL PROBLEMS DURING PREGNANCY AND MIDWIFERY APPROACH
Res. Assist. Feride ÇEVİK	Kütahya Sağlık Bilimleri University	DOES MARITAL HARMONY AFFECT POSTPARTUM DEPRESSION?
Assist. Prof. Gökay TAŞKAYA	Sinop University	HAZARDS AND RISKS ENCOUNTERED BY ONCOLOGY AND CHEMOTHERAPY NURSES IN THE CONTEXT OF OCCUPATIONAL SAFETY
Assist. Prof. Semih SEZGİN Assoc. Prof. Zeynep YEĞİN	Sinop University	EFFECT OF GENETIC FACTORS ON CONSUMER BEHAVIOR: A STUDY ON MONOAMINE OXIDASE A (MAOA) GENE
Lect. Zeynep KAÇAR	Sinop University	AKTİF YAŞLANMA ve TİP 2 DİYABET

25.04.2025
FRIDAY / 13:30-15:30 (Türkiye Time)
SESSION: 2 HALL: 2 / MODERATOR

Assoc. Prof. Funda ÜSTÜN

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Özlem BALCI Buse ALTUN Nisa Nur PARLAK Assist. Prof. Ahmet BOLAT	Hitit University	HIGHER EDUCATION STUDENTS' REASONS FOR PREFERENCES AND THEIR PERSPECTIVES ON THE FUTURE OF THEIR PROFESSIONS
Buse ALTUN Nisa Nur PARLAK Özlem BALCI Assist. Prof. Ahmet BOLAT	Hitit University	DETERMINATION OF FIRST AID KNOWLEDGE LEVELS OF PROSPECTIVE MEDICAL SALES REPRESENTATIVES
Beyza Nur BİLGİLİ Assist. Prof. Berkin OZYILMAZ KIRCALI	İstanbul Aydın University	THE RELATIONSHIP BETWEEN BONE HEALTH AND NUTRITION IN CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY
Lect. Kübranur GÖRMÜŞ	Sinop University	EVALUATING PSYCHOSOCIAL SUPPORT SERVICES PROVIDED AFTER NATURAL DISASTERS IN A CULTURAL CONTEXT: A REVIEW STUDY FOCUSED ONBEXAMPLES OF INTERNATIONAL PRACTICES
Lect. Merve KOCA	Sinop University	BEYOND THE DIAGNOSIS: A CASE STUDY OF THE THERAPLAY PROCESS WITH A CHILD DIAGNOSED WITH NEUROBLASTOMA AND HIS PARENT
Assoc. Prof. Funda ÜSTÜN Assist. Prof. Orçin UYGUN	Sinop University	COMPOSITION OF DIPLOSTRACA IN HAMSİLOS BAY IN SUMMER 2024
Özlem ÖZTEP İbrahim DEMİRCİ	Sinop University	ADAPTATION AND VALIDATION OF THE PERMA+4 POSITIVE FUNCTIONING AT WORK SCALES INTO TURKISH
Osman HATUN İbrahim DEMİRCİ	Sinop University	PSYCHOMETRIC PROPERTIES OF DEPRESSION, ANXIETY, AND STRESS SCALE-YOUTH (DASS-Y) AMONG TURKISH YOUTH

25.04.2025
FRIDAY / 16:00-18:30 (Türkiye Time)
SESSION: 3 HALL: 1 / MODERATOR
Assoc. Prof. Şükriye ÇAKMAK

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Assoc. Prof. Sevda YILDIZ Prof. Dr. Fadime DİRİK Prof. Dr. Kamil DEMİRCİ	Sinop University	A STUDY OF KOROVKIN-TYPE THEOREM FOR POWER SERIES STATISTICAL K a - CONVERGENCE ON INFINITE INTERVAL
Assoc. Prof. Sevda YILDIZ Prof. Dr. Kamil DEMİRCİ Prof. Dr. Fadime DİRİK	Sinop University	ABSTRACT KOROVKIN $\mathcal{A}$-SUMMATION TYPE APROXIMATION THEORY VIA STATISTICAL POWER SERIES CONVERGENCE FOR DOUBLE SEQUENCES IN MODULAR SPACES
Assoc. Prof. Şükriye ÇAKMAK	Sinop University	SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF A NOVEL ACETAMIDE-BASED HYBRID COMPOUND WITH ANTIOXIDANT POTENTIAL
Assist. Prof. Fethi TURGUT	Sinop University	MORPHOLOGICAL ANOMALIES IN CERATOPOGONIDAE (DIPTERA: NEMATOCERA) SPECIES
Assist. Prof. Elif ARICI Bayaz NURULLAYEV	Sinop University	HEAVY METAL MONITORING IN Padina pavonica FROM AKLIMAN AND KARAKUM REGIONS: A SUMMER INVESTIGATION
Prof. Dr. Savaş ATASEVER	Ondokuz Mayis University	A META-ANALYSIS ON NON-GENETIC FACTORS AFFECTING SOMATIC CELL COUNT IN MILK AND POSSIBLE INFECTED LOBE RATIOS OF JERSEY COWS
Assoc. Prof. Evrim SÖNMEZ	Sinop University	1,8 SİNEOL VE DİYATOMELİ TOPRAĞIN Acanthoscelides obtectus Say (Coleoptera: Chrysomelidae) ÜZERİNDEKİ SİNERJİK ETKİLERİ
Assoc. Prof. Seval DERNEKBAŞI Lect. Bahadır Tunahan KARADAYI	Sinop University	USE OF MEALWORMS (TENEBRIO MOLITOR) LARVAE MEAL IN NILE TILAPIA (OREOCHROMIS NILOTICUS) DIETS
Dr. LJAZ ALI		PHYTOCHEMICAL SCREENING, ANTIOXIDANT AND PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS OF NATURAL PROTEIN SUPPLEMENT CHIRABILVA (HOLOPTELEA INTEGRIFOLIA ROXB.) SEED OIL

25.04.2025
FRIDAY / 10:00-18:00 (Türkiye Time)

POSTER PRESENTATION

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Elif Gizem SAYGILI Prof. Dr. Ebru BIRLIK ÖZKÜTÜK	Eskişehir Osmangazi University	USE OF Q-DOT INCLUSIONED BACTERIAL CELLULOSE BASED ADSORBENT IN THE DETERMINATION OF CHROMIUM(VI)

ASES X. INTERNATIONAL HEALTH, ENGINEERING AND SCIENCES CONGRESS

APRIL 25-27, 2025

SINOP UNIVERSITY, SINOP, TURKIYE

ONLINE
CONFERENCE PROGRAM

Meeting ID: 269 738 6033

Password: fen57

26.04.2025
SATURDAY / 10:00-12:30 (Türkiye Time)
SESSION: 1 HALL: 1 / MODERATOR
Lect. Mehmet POYRAZ

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Res. Assist. Zeynep Tuğçe KIRIMLI Assist. Prof. Ahmet Teoman NASKALI	İstanbul Üniversitesi	YABAN MERSİNİ BİTKİSİNDE HASTALIK TESPİTİ İÇİN TRANSFER LEARNING MODELLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI VE GRAD-CAM İLE AÇIKLANABİLİRLİK İNCELEMESİ
Assist. Prof. Mahmoud ZIADA	İstanbul Aydın Üniversitesi	EFFECT OF ACTIVATOR-BINDER RATIOS ON SULFURIC ACID RESISTANCE AND MECHANICAL PROPERTIES OF SLAG BASED GEOPOLYMER MORTARS
Lect. Ahmet Bedirhan SAĞIR	İstanbul Beykent Üniversitesi	USING PARTICLE SWARM OPTIMIZATION BASED LENET5 ALGORITHMS IN STOCK EXCHANGE
Lect. Mehmet POYRAZ Assoc. Prof. Özer ZEYBEK	Muğla Sıt. Koç. Üniversitesi	A STUDY ON THE MICROSTRUCTURE OF AISI 440C MARTENSITIC STAINLESS STEEL EXPOSED TO DIFFERENT COOLING TYPES AFTER HEAT TREATMENT
Gökhan ÖZEN Prof. Dr. Rıdvan SARAÇOĞLU	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi	VISIBILITY ANALYSIS WITH UNMANNED AERIAL VEHICLES
Res. Assist. Mustafa YURDAKUL Prof. Dr. Şakir TAŞDEMİR	Kırıkkale University Selcuk University	DEEP LEARNING AND INTERNET OF THINGS COMMON USE CASES AND APPLICATION POTENTIAL
Lütfi Melih DUMLU Prof. Dr. Melayib BİLGİN	Vakıf Katılım Bankası Aksaray Üniversitesi	DİJİTALLEŞME SÜRECİNDE BANKA ŞUBELERİNİN GELECEĞİ: SÜREÇ İYİLEŞTİRME VE KAIZEN YAKLAŞIMI
Res. Assist. Mustafa YURDAKUL Prof. Dr. Şakir TAŞDEMİR	Kırıkkale University Selcuk University	DEEP LEARNING BASED CLASSIFICATION OF FLOWER SPECIES: CNN VS VIT

26.04.2025
SATURDAY / 10:00-12:30 (Türkiye Time)
SESSION: 1 HALL: 2 / MODERATOR
Assist. Prof. Yunus KAYA

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Rukiye SEYFİ Hasene KESKİN ÇAVDAR	Gaziantep Üniversitesi	INVESTIGATION OF THE USABILITY OF DIFFERENT FLOUR TYPES IN NOODLE PRODUCTION
Rümeysa ŞAHİN Prof. Dr. Alaaeldeen ELROUBY Prof. Dr. İlyas ÇANKAYA	Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi	COMPREHENSIVE SURVEY ON MICROWAVE FILTER TECHNOLOGIES
Assist. Prof. Yunus KAYA Res. Assist. Abdurahman Yasin YİĞİT	Harran Üniversitesi Mersin Üniversitesi	3D DOCUMENTATION OF A CRIME SCENE USING TERRESTRIAL LASER SCANNING AND EVALUATION OF SPATIAL ACCURACY IN CRIMINAL ANALYSIS
Res. Assist. Abdurahman Yasin YİĞİT Assist. Prof. Yunus KAYA	Mersin Üniversitesi Harran Üniversitesi	POINT CLOUD-BASED ANALYSIS OF SURFACE MORPHOLOGY AND GEOMETRIC FEATURES IN PHOTOGRAMMETRY-BASED SCULPTURE MODELS
Nesrin Merve ÇELEBİ UZKUÇ Burcu KAYA Res. Assist. Hasan UZKUÇ Yonca KARAGÜL YÜCEER	Çanakkale Onsekiz Mart University	PRODUCTION OF VOLATILE COMPOUNDS BY METSCHNIKOWIA PULCHERRIMA USING DIFFERENT CARBON SOURCES
Ayşe ERGİN Prof. Dr. Aydın KAVAK	Kocaeli Üniversitesi	LIME STABILIZATION OF DREDGED SLUDGE

26.04.2025
SATURDAY / 10:00-12:30 (Türkiye Time)
SESSION: 1 HALL: 3 / MODERATOR
Res. Assist. Halil Oğuzhan KARA

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Res. Assist. Halil Oğuzhan KARA Assoc. Prof. Oğuzhan Yavuz BAYRAKTAR	Kastamonu University	A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF GEOPOLYMER BINDERS IN GEOTECHNICAL APPLICATIONS (2020–2025)
Andaç Batur ÇOLAK	Niğde Ömer Halisdemir University	MODELING OF 3D FLOW OF BURGERS NANOFLUID ON A BIDIRECTIONALLY STRETCHED SURFACE IN DOUBLE-STRATIFICATION BIOCONVECTION WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS
Assoc. Prof. Murat TOREN Faruk CINEMRE Mirac Zafer PEHLEVAN Res. Assist. Hakki MOLLAHASANOGLU	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi	DESIGN AND PERFORMANCE ASSESSMENT OF AN ARTIFICIAL INTELLIGENCE- DRIVEN SMART MILITARY WRISTBAND FOR REAL-TIME BIOMETRIC MONITORING
Andaç Batur ÇOLAK	Niğde Ömer Halisdemir University	SIMULATION OF STAGNATION POINT FLOW IN MAGNETO-MICROPOLAR FLUID ON A STRETCHABLE SURFACE UNDER THE INFLUENCE OF ACTIVATION ENERGY AND TWO-SIDED REACTION WITH MACHINE LEARNING
Elif Ahsen BAŞTUĞ Tunahan Recep TORUN Prof. Dr. Hasan OĞUL	Sinop Üniversitesi	DETERMINATION OF DOPPLER AND MODERATOR REACTIVITY FEEDBACK COEFFICIENTS USING THE SERPENT MONTE CARLO CODE
AYA ALMASRI Assist. Prof. SELDEN ÇEPNİ	Işık Üniversitesi	AEROSAFE: AI-POWERED REAL-TIME AIRBORNE INFECTION RISK MONITORING SYSTEM FOR HOSPITALS
YAZAN ALİ SELDEN ÇEPNİ	Işık Üniversitesi	A MANAGEMENT STRATEGY FOR GREEN MEDICAL DEVICES WITH A FOCUS ON ANESTHESIA SYSTEMS
Batuhan AKKAYA Tarık CEBECİ Veysel DURAK Merve KOPARAN Ferhat GÜL	Gazi Üniversitesi Erkunt Sanayi A.Ş.	THE INFLUENCE OF INOCULATION ON THERMAL ANALYSIS AND MECHANICAL PROPERTIES IN GREY CAST IRON MATERIAL

26.04.2025
SATURDAY / 10:00-12:30 (Türkiye Time)
SESSION: 1 HALL: 4 / MODERATOR
Assoc. Prof. Aysel VEYİSOĞLU

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Abdullah ZENGİN Assist. Prof. Hüseyin ŞAHİNER Assist. Prof. Ekrem GÜLSEVİNÇLER	Sinop Üniversitesi	PREDICTED ACCIDENT SCENARIOS AND RADIOLOGICAL IMPACTS FOR THE PLANNED IGNEADA NUCLEAR POWER PLANT
Res. Assist. Dr. Nermin Seda ILGAZ	Çukurova Üniveristesi	GENOTOXICITY TESTS
Tuna KUZUCAN	Sinop Üniversitesi	BIOETHICS AND SCIENCE FICTION CINEMA: REFLECTIONS OF GENETIC INTERVENTION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE DEBATES IN POPULAR CULTURE
Ümmügülsüm YÜCESOY Velid UNSAL	Mardin Artuklu Üniversitesi	EFFECT OF OLEUROPEIN ON INSULIN RESISTANCE: RECENT DEVELOPMENTS
Tuna KUZUCAN	Sinop Üniversitesi	MEDIATIZED REPRESENTATION OF DIGITAL HEALTH APPLICATIONS: SMART APPS, WEARABLE TECHNOLOGIES, AND THE TRANSFORMATION OF HEALTH HABITUS
Assoc. Prof. Aysel VEYİSOĞLU Assoc. Prof. Demet TATAR	Sinop Üniversitesi Hitit Üniversitesi	PHYLOGENETIC ANALYSIS OF THERMOPHILIC Streptomyces sp. TA39 ISOLATE OBTAINED FROM THERMAL SPRINGS AND DETERMINATION OF SOME ENZYME ACTIVITIES
Seher EYÜBOĞLU İbrahim Sarper KARAMAN Prof. Dr. Yeliz KARAMAN	Sinop Üniversitesi Ondokuz Mayıs Üniversitesi	INVESTIGATION OF ELECTROCHEMICAL BEHAVIOR OF TENOFOVIR DISOPROXIL FUMARATE USING MODIFIED ELECTRODE
Ayça CAN Seda GENÇ ŞİMŞEK Assoc. Prof. Kadriye KIZILBEY	Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi Yıldız Teknik Üniversitesi	EVALUATION OF STRUCTURAL, MECHANICAL AND BIOLOGICAL PROPERTIES OF ZINC NANOPARTICLE DOPED PVA/CHITOSAN HYDROGELS FOR TISSUE PATCH APPLICATIONS
Sude BOLAT Assoc. Prof. Ela Ayşe KÖKSAL	Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi	WATERCOLOR FROM HOUSEHOLD WASTE
Adem SARIHAN Hüseyin OĞUZ	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi	SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF POLYANILINE DERIVATIVE STRUCTURES DOPED WITH DIFFERENT ACIDS FOR USE IN MEMBRANE PREPARATION

26.04.2025
SATURDAY / 10:00-12:30 (Türkiye Time)
SESSION: 1 HALL: 5 / MODERATOR
Assist. Prof. SUBHASHISH DEY

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Assist. Prof. SUBHASHISH DEY	Gudlavalleru Engineering College	INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT FROM VARIOUS SOURCES BY USING BIOSORBENTS
ARIF SALAH ALLEM MOHCENE SAILI LINDA GASMI INTISSAR BELBEL FATMA DJAMAI ZAHRA ALI RACHEDI SOFIANE CHOUAFA MOHAMED MELLOUK FATMA ZAHRA RAHIM OUAHAB AFRI AMIRA	Environmental Research Center	BIODIVERSITY DYNAMICS IN ALGERIAN WETLANDS: CHALLENGES AND CONSERVATION PRIORITIES
DR. LAID BOUCHAALA NEDJOUD GRARA AMIRA AFRI FATMA ZOHRA MELLOUK HADIA HEMMAMI MOUSSA HOUHAMDI	Environmental Research Center Université de Guelma University of El Oued University 8 May 1945 Guelma	CONTRIBUTION OF PHRAGMITES AUSTRALIS TO POLLUTED WATER PURIFICATION IN ALGERIA: AN ECOLOGICAL RESTORATION APPROACH
ARIF SALAH ALLEM MOHCENE SAILI LINDA GASMI INTISSAR BELBEL FATMA DJAMAI ZAHRA ALI RACHEDI SOFIANE CHOUAFA MOHAMED MELLOUK FATMA ZAHRA RAHIM OUAHAB AFRI AMIRA	Environmental Research Center	HYDROLOGICAL DYNAMICS AND CONSERVATION CHALLENGES OF URBAN WETLANDS IN NORTHEASTERN ALGERIA
MELLOUK FATEMA ZOHRA BOUCHAALA LAID AFRI AMIRA GRARA NEDJOUD HOUHAMDI MOUSSA	Environmental Research Center Université de Guelma University of El Oued	COMPARATIVE EVALUATION OF THE ANTIBACTERIAL EFFECTIVENESS OF PHARMACEUTICAL PRODUCTS MARKETED IN ALGERIA: A STUDY OF TRANSIENT SKIN FLORA
E.A. SHITTU. A.A. ADNAN. T.T. BELLO	Bayero University Kano	AQUAGRAIN AS A SOIL AMENDMENT FOR DROUGHT-STRESSED TOMATOES: ENHANCING WATER RETENTION, ROOT GROWTH, AND CROP PERFORMANCE
MASUMA IBRAHIMOVA	Nahçıvan Devlet Üniversitesi	ECOBIOLOGICAL AND PHYTOCENOLOGY SPECIES OF THE GENUS LERGE IN THE NATURE OF NAKHCHIVAN, AN INTEGRAL PART OF THE TURKISH WORLD
Ж.М.Бұхарбаева Ж.М.Ералиева Қ.М.Букарбаев	Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті Қазақстан-Ресей медициналық университеті	EFFECT OF INDOLE-3-ACETIC ACID (IAA) ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF BEAN (PHASEOLUS)
Assist. Prof. SUBHASHISH DEY	Seshadri Rao Gudlavalleru Engineering College,	PROFILE LEVELLING AT RYTHU BAROSA KENDRAM IN PENJENDRA VILLAGE FOR THE PROPOSED DRAINAGE PATTERN

26.04.2025
SATURDAY / 10:00-12:30 (Türkiye Time)
SESSION: 1 HALL: 6 / MODERATOR
Major Gheorghe GIURGIU

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
MOHAMMAD AMIN SHAJAREH POUR SALAVATI	Kerman University of Medical Science	THE IMPACT OF SMARTPHONE USAGE ON FEMALE FERTILITY: A SYSTEMATIC REVIEW
Major Gheorghe GIURGIU Prof. Dr. med. Manole COJOCARU	Deniplant-Aide Sante Medical Center Titu Maiorescu University	MY PATIENT HAS SIGNS OF PSORIASIS: HOW CONCERNED SHOULD I BE AND WHAT SHOULD I DO?
Agnes HESTIANI Agnes SEPTIANI Tiara CLARITA	Widya Dharma University	INVESTIGATING THE ROLE OF DUKUN BEROBAT IN SUBAH, WEST KALIMANTAN
Major Gheorghe GIURGIU Prof. Dr. Manole COJOCARU	Deniplant-Aide Sante Medical Center, Titu Maiorescu University	GUT MICROBIOME AND METABOLITES IN RHEUMATOID ARTHRITIS: LINK, MECHANISMS AND DENIPLANT INTERVENTION
Major Gheorghe GIURGIU Prof. Dr. Manole COJOCARU	Deniplant-Aide Sante Medical Center, Titu Maiorescu University	NATURAL MODULATION OF THE GUT MICROBIOTA IN PATIENTS WITH FOOD ALLERGIES. IMPACT OF ALERGIPLANT
Assist. Prof. K.R.PADMA K.R. DON	Sri Padmavati Mahila Visvavidyalayam (Women's University) Bharath University	THE EFFECT OF CHLOROFORM EXTRACT OF Carica papaya SEEDS ON AQUATIC LIFE: ACUTE TOXICITY AND GROWTH INHIBITION IN Damo rerio (ZEBRAFISH) AND Pseudokirchneriella subcapitata (GREEN)
Assist. Prof. K.R.PADMA K.R. DON	Sri Padmavati Mahila Visvavidyalayam (Women's University) Bharath University	THE ANTI-MALARIA MAGIC OF GARLIC: A DEEP DIVE INTO ALLIUM SATIVUM HEALING POTENTIAL
GIUSEPPE FERRI ANDREA MORGANTE GUALTIERO GHERARDI NICCOLÒ CARRAI REBECCA PALUMBO ROBERTA MORAMARCO LUCA TESTARELLI ANAMARIA BEATRICE BURETE DARIO DI NARDO ALESSIO ZANZA ELISA MACCARI RODOLFO REDA	Sapienza University of Rome	IN VITRO ANALYSIS OF MARGINAL ADAPTATION AND FRACTURE RESISTANCE OF ENDO-CROWNS DIGITALLY MADE IN TWO DIFFERENT MATERIALS
Assist. Prof. EMAN ABDELAZIZ AHMED RASHAD DABOU Prof. Dr. AMANY M. SHEBL Assist. Prof. MONA GAMAL MOHAMED	RAK Medical health science university Mansoura University	IMPACT OF AROMATHERAPY WITH LAVENDER ESSENTIAL OIL ON ANXIETY LEVELS IN PATIENTS UNDERGOING CLOSED MRI SCANS
Assoc. Prof. Meriem DADOUCH	University of Djilali Liabes	A GREEN SPECTROPHOTOMETRIC METHOD FOR DETERMINATION OF SALIVARY THIOCYANATE

26.04.2025
SATURDAY / 10:00-12:30 (Türkiye Time)
SESSION: 1 HALL: 7 / MODERATOR
Prof. Dr. AMANY M. SHEBL

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
AMINA MOHAMED MOHAMED SALAMA	Mansoura University	DESIGNING AN EVIDENCE-BASED WEBSITE FOR HOME MONITORING OF CARDIOVASCULAR DISEASE PATIENTS
Dr. HANAA M ABO SHEREDA Dr. SAMIRH SAID ALQHTANI Dr. ABEER SELIM	Menoufia University,King Abdullah International Medical Research Center King Saud bin Abdulaziz University for Health Sciences Mansoura University	EXPLORING THE RELATIONSHIP BETWEEN COMPASSION FATIGUE, STIGMA, AND MORAL DISTRESS AMONG PSYCHIATRIC NURSES: A STRUCTURAL EQUATION MODELING STUDY
Lect. DOAA MOHAMED ZEIN EL-ABDEEN MOHAMED Assist. Prof. HEBA NOSHY ABD EL-AZIZ MOHAMED Prof. Dr. SOAD HASSAN ABD ELHAMEED	Mansoura University New Mansoura University	EFFECT OF A HOME-BASED PHYSICAL REHABILITATION PROGRAM VIA VIRTUAL REALITY ON THE FUNCTIONAL OUTCOMES OF FRAIL OLDER ADULTS: A QUASI-EXPERIMENTAL STUDY
TINA VAN DUIJN Lect. NAGWA YEHYA AHMED SABRAH JEFFREY PELLEGRINO	University of Otago Mansoura University University of Akron	DO-IT-YOURSELF DEVICES FOR TRAINING CPR IN LAYPEOPLE: A SCOPING REVIEW
Lect. NAGWA YEHYA AHMED SABRAH Assoc. Prof. JEFFREY L. PELLEGRINO Assist. Prof. HEND EL-SAYED MANSOUR Assist. Prof. MARWA FATHALLAH MOSTAFA Prof. Dr. NAHED ATTIA KANDEEL	Mansoura University University of Akron	BRIDGING KNOWLEDGE TO PRACTICE: ORAL CARE BUNDLE TRAINING FOR CRITICAL CARE NURSES
Assist. Prof. EL-SHAIMAA EL-ANSARY Assist. Prof. HOWIDA RAGAB MOHAMED RAGAB Assist. Prof. EMAN A. FADEL	Mansoura University Zagazig University	ASSESSMENT OF THE PRECONCEPTION HEALTH RISKS AMONG WOMEN AT REPRODUCTIVE AGE
Prof. Dr. AMANY M. SHEBL Assist. Prof. ENGY ABDELRAHMAN KHAMIS	Mansoura University Modern University for Technology and Information	GENETIC PERCEPTION FOR BREAST CANCER AT-RISK WOMEN IN EGYPT
Prof. Dr. AMANY MOHAMMED SHEBL Assist. Prof. KARIMAFOUAD ELSHAMY Lect. ZEINAB IBRAHIM ABOZEID	Mansoura University	IMPACT OF IMPLEMENTING MEDICATION ADMINISTRATION TRAINING PROGRAM ON NURSES' PERFORMANCE AND PATIENTS' SAFETY AT MAIN MANSOURA UNIVERSITY HOSPITAL
M. CIANFRIGLIA S. LEPORALE R. MORAMARCO V. MARTINI C. MAROCCO C. BRAMUCCI F. SESTITO R. REDA L. TESTARELLI T. TESTORI G. PERROTTI	Sapienza University of Rome IRCCS Galeazzi Orthopedic Institute, University of Milan Lake Como Istitute	EVALUATION OF VERTICAL DIMENSIONS IN ORTHOGNATHIC SURGERY USING 3D CEPHALOMETRY AND TFA SUPERIMPOSITION: A CONSECUTIVE CASE SERIES

26.04.2025
SATURDAY / 10:00-12:30 (Türkiye Time)
SESSION: 1 HALL: 8 / MODERATOR
Dr. Irına-Ana DROBOT

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Assoc. Prof. Komiljon MUROTMUSAEV Khodihon MUHTOROV	Oriental University	PSYCHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE FORMATION OF COMMUNICATION CULTURE IN MILITARY PERSONNEL
Orzigul KUYLIYEVA Assoc. Prof. Komiljon MUROTMUSAEV	Oriental University	İLKOKUL ÖĞRENCİLERİNDE DUYGUSAL ZEKÂ GELİŞİMİNİN PSİKOLOJİK ÖZELLİKLERİ
Orzigul KUYLIYEVA Assoc. Prof. Komiljon MUROTMUSAEV	Oriental University	İLKOKUL ÇAĞINDAKİ ÇOCUKLARDA DUYGUSAL ZEKÂNIN DANS VE HAREKET EGZERSİZLERİ YOLUYLA GELİŞTİRİLMESİ
AGNES HESTIANI AGNES SEPTIANI TIARA CLARITA	Widya Dharma University	THE ROLE OF DUKUN BEROBAT IN SUBAH, WEST KALIMANTAN
Assoc. Prof. Guzal MASSADIKOVA	Hoca Ahmet Yesevi Uluslararası Türk-Kazak Üniversites	USAGE TECHNOLOGIES OF THE LATEST MACHINES IN THE CLOTHING PRODUCTION SECTOR
Assoc. Prof. Guzal MASSADIKOVA	Hoca Ahmet Yesevi Uluslararası Türk-Kazak Üniversites	3D COMPUTER DESIGNS USED IN ERGONOMIC CLOTHING
Амангельды Нургуль	Казахский национальный университет имени Аль-Фараби	ОСТ РАСТЕНИЙ ОСОТА ОГОРОДНОГО (SONCHUS OLERACEUS L.) И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЕГО НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ В КАЗАХСТАНЕ
Dr. Irına-Ana DROBOT	Technical University of Civil Engineering Bucharest	IS IT USEFUL FOR A TEACHER TO KNOW ABOUT DEPRESSION?
Assist. Prof. Ayyappan P.	School of Liberal Arts and Applied sciences	ARTIFICIAL CREATIVITY: INTEGRATING AI AND ANIMATION PRINCIPLES IN MODERN FILM FRANCHISES (WITH REFERENCE TO THE ICE AGE FRANCHISE)
Dr. Irına-Ana DROBOT	Technical University of Civil Engineering Bucharest	WHY IS IT IMPORTANT TO PROMOTE PSYCHOANALYSIS FOR THE GENERAL PUBLIC?
ALINA SOLNYSHKINA		MENTAL HEALTH AND TECHNOLOGIES OF SELF-CARE FOR SOCIAL WORKERS
Yenlik TURSUNOVA		SHATYRGUL MOTIF IN KAZAK RUGS: AN ANALYSIS OF THE WEAVING TRADITION IN THE KYZYLORDA REGION

26.04.2025
SATURDAY / 10:00-12:30 (Türkiye Time)
SESSION: 1 HALL: 9 / MODERATOR
Sirhajwan Idek

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
NURBATRISYIA SHARIFF MATILDA DAVID	Keningau Vocational College	BAKED GOODS: TRENDS VS FLOPS
JESSLINDA HAD KENEDDY CHIN FUI YEE VENISIA MAURES VIENNY BALAKRISHNAN CECELIA JAPANIS MARDHIAH MOKTAR	Keningau Vocational College	SUSTAINABLE SEATING: A STOOL MADE FROM PLASTIC BOTTLES, FABRIC WASTE, AND RECYCLED MATERIALS
DAPHNE GERALD JALIS	Keningau Vocational College	THE IMPACT OF CARTOONS: ENTERTAINMENT, EDUCATION, AND CULTURAL INFLUENCE
NUR NADIA NATASYA AHMAD ZAINUL ARIFI	Keningau Vocational College	THE ART AND BENEFITS OF PEDICURE: FOOT CARE, BEAUTY, AND WELLNESS
SYENDY ELY CHUA	Keningau Vocational College	CATS AS PETS: COMPANIONSHIP, HEALTH BENEFITS, AND RESPONSIBLE CARE
SUBATHRA PATRICK	Keningau Vocational College	BODY GOALS FOR WOMEN: HEALTH, CONFIDENCE, AND SUSTAINABLE FITNESS
BRENDA WOO YEN NIE	Keningau Vocational College	THE RICHNESS OF CHINESE CUISINE: TRADITION, FLAVOR, AND CULTURAL SIGNIFICANCE
MARY MAGDELINE UDING TERRENCE	Keningau Vocational College	VISUAL ARTS: EXPRESSING CREATIVITY, CULTURE, AND HUMAN EXPERIENCE
TRISHA INNOCENT	Keningau Vocational College	THE SCIENCE OF SKIN LOTION: HYDRATION, PROTECTION, AND SKIN HEALTH
ATHIRAH MARISHQA ADIE NASRI	Keningau Vocational College	THE ART OF CROCHETING: CREATIVITY, MINDFULNESS, AND COMMUNITY CONNECTION

26.04.2025
SATURDAY / 13:30-15:30 (Türkiye Time)
SESSION: 2 HALL: 1 / MODERATOR
Assoc. Prof. Hülya ERTEKİN

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Handan ŞENGÜL ÇAKI Assist. Prof. Özgü BAYRAK	Başkent Doğalgaz Dağıtım GYO A.Ş. İzmir Bakırçay Üniversitesi	DOĞAL GAZ DAĞITIM SEKTÖRÜNDEKİ ALTYAPI ÇALIŞMALARININ İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ
Assoc. Prof. Hülya ERTEKİN Assist. Prof. Selma AKSOY Dr. Ahmet ARDIÇ	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi	PERCEIVED STIGMA, AND QUALITY OF LIFE IN EPILEPSY PATIENTS: A CLINICAL STUDY
Zehra ÇAKIR Assist. Prof. Mücahide GÖKÇEN GÖKALP	Amasya Üniversitesi	UTILIZING CHAT-GPT WHILE PREPARING A NURSING CARE PLAN FOR MULTIPLE SCLEROSIS DISEASE
Assoc. Prof. Hülya ERTEKİN	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi	EXPLORING THE NEGATIVE AUTOMATIC THOUGHTS AND DYSFUNCTIONAL ATTITUDES IN PATIENTS WITH POLYCYSTIC OVARY SYNDROME
Assist. Prof. Tuğba GÜNGÖR Assist. Prof. Senay ŞENER İpek MANCAR	Karabuk University	EXAMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN NURSES' ATTITUDES TOWARDS EVIDENCE-BASED NURSING AND THEIR TENDENCY TO RESIST CHANGETITLE
Assist. Prof. Senay ŞENER Assist. Prof. Tuğba GÜNGÖR Sibel TAŞDELEN	Karabuk University	DETERMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN INDIVIDUAL INNOVATIVE CHARACTERISTICS OF NURSES AND THEIR ATTITUDES TOWARDS ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A CROSS-SECTIONAL STUDY
Pervin ÇİÇEK Assist. Prof. Nadiye BARIŞ EREN	Tarsus Üniversitesi	ÜRİNER BOŞALTIMA YÖNELİK BULUŞ ÖRNEKLERİ
Res. Assist. Ahmet CEVİZ Assist. Prof. Gürkan ÖZDEN	İnönü Üniversitesi	THE ROLE OF THE NURSE IN NUTRITIONAL REHABILITATION IN INFLAMMATORY BOWEL DISEASES: LITERATURE REVIEW
Res. Assist. Ahmet CEVİZ Res. Assist. Rana CEVİZ	İnönü Üniversitesi	IMPROVING NURSING CARE IN PAEDIATRIC PATIENTS WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE, COMPUTER VISION AND MACHINE LEARNING ASSISTED MONITORING APPLICATIONS
Melisa CIMBIZ Assist. Prof. Nadiye BARIŞ EREN	Tarsus Üniversitesi	SAĞLIK BAKIM ALANINA YÖNELİK GÜNCEL BULUŞ ÖRNEKLERİ

26.04.2025
SATURDAY / 13:30-15:30 (Türkiye Time)
SESSION: 2 HALL: 2 / MODERATOR
Assist. Prof. Emine ARARAT

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Zeynep Bengisu ÇETİN	İstanbul Altınbaş University	SHORT-TERM PSYCHOTHERAPY FOR POST-TRAUMATIC STRESS DISORDER: A CASE STUDY
Assist. Prof. Elif Nihan KÜÇÜKYILDIZ Assist. Prof. Betül İŞİNER	Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi	THE EFFECT OF MATCHA TEA AT DIFFERENT TEMPERATURES ON THE COLOR STABILITY OF COMPOSITE RESINS
Res. Assist.Dr. Duygu GÜL Assoc. Prof. Betül SÖNMEZ Satı BİRBUDAK Prof. Dr. Aytolan YILDIRIM	Çanakkale Onsekiz Mart University	RELATIONSHIP BETWEEN PRACTICE ENVIRONMENT, VUCA PERCEPTION AND PSYCHOLOGICAL RESILIENCE OF NURSE MANAGERS
Assist. Prof. Derya ÖZTÜRK SÖYLEMEZ Lect. Dr. Sevinç AY Res. Assist. Dr. Elif EMRE	Sinop Üniversitesi Fırat Üniversitesi	TRENDS AND ADVANCES IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR ANATOMY AND RADIOLOGY: A REVIEW OF LITERATURE
Assist. Prof. Emine ARARAT Assist. Prof. M. Numan KÖSE	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi	ORAL CHANGES IN PATIENTS USING MARAS POWDER
Dr. Işık ÇAKMAK Dr. Sinem ÖZDEMİR Prof. Dr. Nurhan GÜMRÜKÇÜOĞLU	Karadeniz Teknik Üniversitesi	EVALUATION OF ADME PROPERTIES OF AZOLE DERIVATIVE COMPOUNDS BY IN SILICO METHOD
Dr. Senem KOCA Dr. Burak ŞAHİN Dr. Ömer JARADAT	Etlik Şehir Hastanesi Kırşehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi	THE HIDDEN THREAT BEHIND NEUROLOGICAL DETERIORATION IN CHRONIC ALCOHOLISM: SEPSIS DUE TO NON-MENINGITIC INFECTIONS; A CASE REPORT
Res. Assist. Dr. Sinem ÖZDEMİR Dr. Işık ÇAKMAK	Karadeniz Teknik Üniversitesi	IDENTIFICATION OF COMMON OVEREXPRESSED GENES IN LUNG AND COLORECTAL ADENOCARCINOMAS USING TCGA DATA
Ayşe Billur DEMİRKESEN Assist. Prof. Aylin SEYLAM KÜŞÜMLER	İstanbul Okan Üniversitesi	INVESTIGATION OF EATING BEHAVIORS AND DIETARY COMPLIANCE OF ADULT INDIVIDUALS WITH PHENYLKETONURIA
Burak Yılmaz ÜÇOK Assoc. Prof. Salih Berkan AYDEMİR	Ekur Et Entegre Fabrikası Amasya Üniversitesi	İŞ GÜVENLİĞİ KAVRAMI VE İŞ GÜVENLİĞİ UZMANININ GÖREV, YETKİ VE SORUMLULUKLARI
Assist. Prof. Pınar GÖKENSEL OKTA Prof. Dr. Emine YILDIZ	Kıbrıs Sağlık ve Toplum Bilimleri Üniversitesi Doğu Akdeniz Üniversitesi	EFFECT OF NUTRITION EDUCATION ON ADOLESCENT FOOTBALL PLAYERS' KNOWLEDGE LEVEL AND ANTHROPOMETRIC MEASUREMENTS

26.04.2025
SATURDAY / 13:30-15:30 (Türkiye Time)
SESSION: 2 HALL: 3 / MODERATOR
Assist. Prof. Mehmet Uğur YILMAZOĞLU

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Muhammed TANYILDIZI	Bitlis Eren Üniversitesi	USING WASTE SLATE STONE POWDER FOR IMPROVING THE BEARING CAPACITY OF SILT AS A SUBGRADE FOR ROAD PAVEMENTS
Assist. Prof. Sefa KOCABAŞ Res. Assist. Serkan ÖREN	Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi	INVESTIGATION AND SIGNIFICANCE OF CHANGES IN PM10 AND SO X PARAMETERS AFTER THE EARTHQUAKE
Onurcan KABAN Prof. Dr. Melayib BİLGİN	Aksaray Üniversitesi	INVESTIGATION OF INDUSTRIAL SYMBIOSIS OPPORTUNITIES IN AKSARAY ORGANIZED INDUSTRIAL ZONE
Abdurrahman İŞBİLİR Prof. Dr. Müşerref Hilal ŞEHİTOĞLU BİNGÖL	Çanakkale 18 Mart Üniversitesi	THE RELATIONSHIP BETWEEN DIABETES, VITILIGO AND ADIPOKINES: CURRENT FINDINGS AND BIOCHEMICAL MECHANISMS
Assist. Prof. Mehmet Uğur YILMAZOĞLU	Kastamonu University	A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF STUDIES ON THE DEEP SOIL MIXING (DSM) METHOD BETWEEN 2020 AND 2025
Prof. Dr. Müşerref Hilal ŞEHİTOĞLU BİNGÖL Abdurrahman İŞBİLİR	Çanakkale 18 Mart Üniversitesi	THE ROLE AND LIMITATIONS OF BLOOD TESTS IN DERMATOLOGICAL DIAGNOSIS: AN EXPLORATION AT THE LIMITS OF SYSTEMIC BIOMARKERS
Lect. Dr. Büşra KESİCİ Yusuf ÇALIŞKAN	Düzce Üniversitesi Hepsiburada.com	AN APPLICATION OF MULTI-CRITERIA DECISION MAKING IN THE SELECTION OF TEST AUTOMATION FARMEWORK IN E-COMMERCE PLATFORMS

26.04.2025
SATURDAY / 13:30-15:30 (Türkiye Time)
SESSION: 2 HALL: 4 / MODERATOR
Assist. Prof. ENGY ABDELRAHMAN KHAMIS

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Assist. Prof. ENGY ABDELRAHMAN KHAMIS	Modern University for Technology and Information	GENETIC TEST AWARENESS FOR BREAST CANCER AT-RISK WOMEN IN EGYPT
MERIEM. AMANI SALIHA. BENABDI DALILA BOUMENDIL	EHS CANASTEL University Oran 1	EPIDEMIOLOGICAL, CLINICAL AND EVOLUTIONARY PROFILE OF DIABETIC KETOACIDOSIS IN CHILDREN
A. LUZI A. AULETTA A. ANTONELLI F. EVOLO N. PROSPERI G. GHERARDI V. MARTINI A. ZANZA S. LEPORALE M. CIANFRIGLIA L. TESTARELLI R. REDA	Sapienza University of Rome	CLINICAL AND BIOCHEMICAL EVALUATION OF TWO DIFFERENT TYPES OF IMPLANT SCREW RETAINED SINGLE CROWNS
N. PROSPERI A. MORGANTE A. LUZI L. ADAMO M. CIANFRIGLIA E. MACCARI A. AULETTA C. BRAMUCCI R. ABBAGNALE D. DI NARDO L. TESTARELLI R. REDA	Sapienza University of Rome	IMPLANT SURVIVAL RATE AND PROSTHETIC COMPLICATIONS OF FULL-ARCH IMPLANT-SUPPORTED FIXED PROSTHESES IN EDENTULOUS UPPER JAW: A COHORT STUDY
Prof. Dr. AMANY M. SHEBL Assist. Prof. GHADA HAMDAN HAMED	Mansoura University modern university of technology and information	EFFECTIVENESS OF HOME PRENATAL CARE FOR WOMEN WITH HIGH-RISK PREGNANCIES
CARRAI N. GHERARDI G. MACCARI E. FERRI G. MORGANTE A. AULETTA A. TESTARELLI L. DI NARDO D.	University of Rome La Sapienza	PRELIMINARY STUDY ON THE ADAPTABILITY OF A POST-CORE MADE WITH THE SLS METHOD COMPARED TO LOST WAX CASTING BACKGROUND
L.ADAMO F.EVOLO S.LEPORALE A.ANTONELLI N.CARRAI G.FERRI L.TESTARELLI M.GALLI G. MICCOLI R. PALUMBO L. LUCENTE R. REDA	University of Rome La Sapienza	SCREW-RETAINED VS CEMENT RETAINED CR-CO-CERAMIC IMPLANT-SUPPORTED SINGLE CROWN: A RADIOGRAPHICAL, CLINICAL AND BIOCHEMICAL EVALUATION: A COHORT STUDY
S. BENABDI M. AMANI K.DAHO D. MATMOUR M. LAREDJ D. BOUMENDIL	Ehs Canastel Oran	STROKES IN CHILDREN : CURRENT SITUATION IN THE PEDIATRIC EMERGENCY DEPARTMENT AT THE CANASTEL HOSPITAL

26.04.2025
SATURDAY / 13:30-15:30 (Türkiye Time)
SESSION: 2 HALL: 5 / MODERATOR
Prof. Dr. HASSAN ZARIOUH

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
P C PRAVEEN KUMAR U SriLakshmi G V Priyanka	G. Pulla Reddy Engineering College	A MICRO-SIZED RHOMBUS-SHAPED THZ ANTENNA FOR HIGH-SPEED SHORT-RANGE WIRELESS COMMUNICATION APPLICATIONS
P C PRAVEEN KUMAR T ChennaKeshava C Manohar Raju Peddamaram Girish Kumar Reddy	G. Pulla Reddy Engineering College	WEARABLE MICROSTRIP PATCH ANTENNAS WITH DIFFERENT FLEXIBLE SUBSTRATES FOR HEALTH MONITORING SYSTEM
P C Praveen Kumar M Madhu K. Rajesh K. Vamsi Krishna B. Dinesh Reddy	G. Pulla Reddy Engineering College	ON DESIGN OF A TRIPLE ELLIPTICAL SUPER WIDEBAND ANTENNA FOR 5G APPLICATIONS
P C Praveen Kumar D Thanuja K. Pallavi	G. Pulla Reddy Engineering College	MACHINE LEARNING-BASED TECHNIQUE FOR GAIN PREDICTION OF MM-WAVE MINIATURIZED 5G MIMO SLOTTED ANTENNA ARRAY WITH HIGH ISOLATION CHARACTERISTICS
P C PRAVEEN KUMAR G. THULAJA SHIVAANI UDUDALA SRUTHI	G. Pulla Reddy Engineering College	DESIGN OF 5G MIMO ANTENNA WITH METAMATERIAL
ANWAR ALI SATHIO Prof. Dr. MUHAMMAD MALOOK RIND GHULAM AHMED	Benazir Bhutto Shaheed University, Sindh Madarssatul Islam University,	IOT-ENABLED INTERACTIVE DESIGN INVESTIGATION IN USER-CENTERED DESIGN INTERFACE
Prof. Dr. HASSAN ZARIOUH ADIL ZEROUALI AMRI	Mohammed I University Centre Régional des Métiers de l'Éducation et de la Formation de l'Oriental	SOME PROPERTIES OF THE JOINT NUMERICAL RANGE OF THE ALUTHGE TRANSFORM
P C Praveen Kumar REDDYGARI SUSMITHA M.K.PRIYANKA	G. Pulla Reddy Engineering College	DESIGN OF COMPACT 28 GHZ ARC-SHAPED ANTENNA
P C PRAVEEN KUMAR M NAGALALITHA R MAMATHA B VEDHA	G. Pulla Reddy Engineering College	A COMPACT LOW-PROFILE ANTENNA FOR MILLIMETER-WAVE 5G MOBILE PHONES

SESSION: 2 HALL: 6 / MODERATOR

Assoc. Prof. ROZINA KHATTAK

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Abdelbasset TAMERSIT Soumia MOUFFOUK Chaima MOUFFOUK Hamada HABA	Batna-1 University University of Batna 2 Mustapha Benboulaid	CYTOTOXICITY OF HALOGETON SATIVUS AND MOLECULAR DOCKING ANALYSIS OF BIOACTIVE CONSTITUENTS AGAINST CASPASE-3 ENZYME
UMMY RUBAB		SYNTHESIS, CHARACTERIZATION AND BIOLOGICAL EVALUATION OF SUBSTITUTED TRIAZOLES
Abdelbasset TAMERSIT Soumia MOUFFOUK Chaima MOUFFOUK Hamada HABA	Batna-1 University University of Batna 2 Mustapha Benboulaid	ANTICANCER PHYTOSTEROLS FROM HALOGETON SATIVUS AS NATURAL INHIBITORS OF EGF RECEPTOR, AN IN SILICO APPROACH
Abdelbasset TAMERSIT Soumia MOUFFOUK Chaima MOUFFOUK Hamada HABA	Batna-1 University University of Batna 2 Mustapha Benboulaid	PHYTOCHEMICAL INVESTIGATION AND IN SILICO ANTI-INFLAMMATORY ACTIVITY OF THE SPECIES HALOGETON SATIVUS
M.V.KAZIMOV G.B. IBRAGIMOV	Sumgait State University Baku State University	SYNTHESIS, CHARACTERIZATION, AND PERFORMANCE OF Sb 2 (S, Se) 3 BASED COMPOSITES
Abdelbasset TAMERSIT Soumia MOUFFOUK Chaima MOUFFOUK Hamada HABA	Batna-1 University University of Batna 2 Mustapha Benboulaid	EXTRACTION, ISOLATION AND IN VITRO ANTIOXIDANT ACTIVITY OF HALOGETON SATIVUS CRUDE EXTRACTS
Assoc. Prof. ROZINA KHATTAK	Shaheed Benazir Bhutto Women University,	DIELECTRIC PROPERTIES AND THEIR IMPACT ON THE KINETICS OF REDOX REACTIONS INVOLVING IONIC SPECIES IN MIXED SOLVENT SYSTEMS
Dr. AYESHA MALIK ISMA RAFIQ MUAHMMAD AOWN HASHMI	Government College University Faisalabad	DESIGN AND SYNTHESIS OF VARIOUS METAL COMPLEXES DERIVED FROM FURAN AND 1,10-PHENANTHROLINE MIXED LIGANDS
Assoc. Prof. ROZINA KHATTAK	Shaheed Benazir Bhutto Women University,	ENHANCING THE STABILITY AND EFFICIENCY OF DYE-SENSITIZED SOLAR CELLS: A STUDY ON TERNARY SOLVENT SYSTEMS WITH DICYANOBIS(BIPYRIDYL)IRON(III)
Jezrille VALENZUELA Maria Francia ALMAZAR Charie CAUDILLA Rochelle GAUPO Roy LAPIGUERA Kris MORICO Christian Dave SAGUID Cristy DACARA Arvy OSMA	Mariners Polytechnic Colleges Foundation	PATHWAYS TO PROFESSIONALIZATION: AN EXPLANATORY MIXED-METHODS STUDY OF BARRIERS TO PROFESSIONAL LICENSURE AMONG CUSTOMS ADMINISTRATION GRADUATES

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
CHOUAFA Mohamed ALIRACHDI Sofiane TRIRAT Tabet	Research Center for Environment	IMPROVING THE QUALITY OF RAW MATERIALS FROM NORTHEASTERN ALGERIA AND THEIR APPLICATION IN GLASSMAKING
DEBABSA RAFIKA GRARA NEDJOUD KHALDI FADILA	Mohamed Cherif Messadia University University 8 May 1945 Guelma	AN HERBICIDE (SEKATOR)-INDUCED CHANGES IN LIVER BIOCHEMICAL MARKERS
QARDAŞBƏYOVA NAILƏ ADƏM QULIYEVA ADILƏ S.HƏSƏNOVA-ABDULLAYEVA	Naxçıvan Dövlət Universiteti	TEMPERATURE DEPENDENCE OF THE THRESHOLD CURRENT OF GaAs LASERS
NERMIN A. ABDELHAKIM	Mansoura University	POSITRON ANNIHILATION AND CREEP RESISTANCE STUDIES OF ENVIRONMENTAL-FRIENDLY LEAD-FREE MACHINING ALUMINUM ALLOYS
IBRAGIMOVA AYNUR MASIM Dr. FERIDE SAFAROVA AKIF	Nakhchivan State University	ZEHİRLİ BİTKİLER VE BAL ÜRETİMİ
QARDAŞBƏYOVA NAİLƏ ADƏM	Naxçıvan Dövlət Universiteti	APPLICATION OF PHYSICS LABORATORIES IN THE ELECTRONIC LEARNING ENVIRONMENT
SOFIANE ALIRACHEDI CHOUAFA MOHAMED BEDOUH YAZID FATMA ZOHRA MELLOUK LINDA SAILI OUAHAB RAHIM ARIF SALAH	Environmental Research Center Annaba	QSAR APPROACHES FOR THE DESIGN OF NOVEL ANTICANCER AGENTS: FOCUS ON ALKYLATING AGENTS

26.04.2025
SATURDAY / 13:30-15:30 (Türkiye Time)
SESSION: 2 HALL: 8 / MODERATOR
Prof. Dr. RAUL D.S.G. CAMPILHO

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
P C Praveen Kumar K. Varshini K. Akshaya	G. Pulla Reddy Engineering College	MICROSTRIP ANTENNA GAIN ENHANCEMENT USING NEAR ZERO REFRACTIVE INDEX METAMATERIALS
FATIMA-EZZAHRAE BAMMOU ESSALEH MOHAMED RACHID BOUFERRA LAHCEN ESSALEH YOUNES BAHAMMOU	Cadi Ayyad University	IMPROVING COMPRESSED EARTH BRICKS: MECHANICAL STRENGTH AND THERMAL EFFICIENCY
INÊS R.S. ARAÚJO Prof. Dr. RAUL D.S.G. CAMPILHO	Instituto Politécnico do Porto	EXTENDED FINITE ELEMENT ANALYSIS OF ADVANCED ADHESIVE JOINTS FOR THE AERONAUTICAL INDUSTRY
ANDRÉ C. SANTOS Prof. Dr. RAUL D.S.G. CAMPILHO	Instituto Politécnico do Porto	PROPOSAL OF NUMERICAL METHODOLOGY FOR TUBULAR ADHESIVE JOINT DESIGN
BACHA N. ACHOUR S.	University Mohamed Khider Biskra	EFFECT OF WATER MINERALIZATION ON THE ELIMINATION OF ACETAMINOPHEN BY COAGULATION-FLOCCULATION: A CASE STUDY IN SOUTHERN ALGERIA
Hadjer DIDOUH Mohammed HADJ MELLIANI	University of Chlef	CORROSIVE BACTERIA ATTACHED TO CARBON STEEL USED IN OIL AND GAS COMPANY
Catherine MANCE Gerlie ATIENZA Hazel Anne CUADRANTE Diana Rose MARJOLINO Lucenio Jr. PAGAL Mike Joshua YANZON Danellie LLAMAS Arvy OSMA	Mariners Polytechnic Colleges Foundation	ADOPTION IMPACT ON SUPPLY CHAIN: TRACKING AND MONITORING SYSTEMS

26.04.2025
SATURDAY / 13:30-15:30 (Türkiye Time)
SESSION: 2 HALL: 9 / MODERATOR
Prof. Dr. NORA MIMOUNE

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
VICTORIA FOLAKEMI AKINJOGUNLA SALAKO JAMIU OLATOYE	Bayero University Kano	PREVALENCE AND ORGAN-SPECIFIC DISTRIBUTION OF PSEUDOMONAS SPP. IN CLARIAS GARIEPINUS AND OREOCHROMIS NILOTICUS FROM THE SUDAN SAVANNA REGION: A CASE STUDY FROM GALADIMA FISH MARKET, KANO STATE, NIGERIA
ASAMOAH OPPONG ZADOK	Lincoln University	THE IMPACT OF CONSUMER DEMAND ON THE GROWTH AND SUSTAINABILITY OF LOCAL FOOD SYSTEMS IN THE U.S.
SEDDIK KEBBAL RÉDHA BELALA Prof. Dr. NORA MIMOUNE	Saad Dahleb Blida University 2 Higher National Veterinary School of Algiers	RELATIONSHIP BETWEEN MILKING HYGIENE PRACTICES AND MASTITIS
RÉDHA BELALA SEDDIK KEBBAL Prof. Dr. NORA MIMOUNE	Saad Dahleb Blida University 1 Higher National Veterinary School of Algiers	MANAGEMENT OF CANINE TRANSMISSIBLE VENEREAL TUMORS
Ephemari CLERIGO Jeyllan ESPIRITU Jerecho FERMIN Nino GODOY Bernadette MELGAR Leonardo MOJICO Antonette VILLAMOR Tomas BELANO Arvy OSMA	Mariners Polytechnic Colleges Foundation	OCCUPATIONAL RISKS AND COPING STRATEGIES AMONG PHILIPPINE FOOD DELIVERY RIDERS: TRIANGULATED ANALYSIS
Ikram BOUFERA Ourida CHOUITEH	Mustapha Stambouli in Mascara University	VALORIZATION OF FRUIT WASTE FROM COLD STORAGE WITH THE EXTRACTION OF VEGETABLE OIL
Prof. Dr. AMANY M. SHEBL Lect. ZAKİ M. ELKALASHY GHADA H. HAMED ABEER R. KABEEL	Mansoura University Modern University for Technology and Information	IMPACT OF MEDICAL RECORD PRACTITIONERS ON HEALTHCARE QUALITY

26.04.2025
SATURDAY / 13:30-15:30 (Türkiye Time)
SESSION: 2 HALL: 10 /
MODERATOR
Assoc. Prof. Komiljon MUROTMUSAEV

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
TINALIEVA GULMIRA	№185 Okul-Gymnasium	THE IMPACT OF SOCIAL MEDIA ON ADOLESCENTS' SELF-ESTEEM: PSYCHOLOGICAL PERSPECTIVES
НАУРЫЗБАЕВА ГУЛІНАРА ҒАБИТҚЫЗЫ	№43 жалпы білім беретін мектептің	EFFECTIVE EFFECTS OF NEUROPSYCHOLOGY ON THE LEARNER
Lect. Ferangiz KHATAMOVA Assoc. Prof. Komiljon MUROTMUSAEV	Oriental University	SOCIO-PSYCHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE DEVELOPMENT OF EMOTIONAL INTELLIGENCE IN SCHOOL ADOLESCENTS
Lect. Ferangiz KHATAMOVA Assoc. Prof. Komiljon MUROTMUSAEV	Oriental University	EMOTIONAL INTELLIGENCE IN ADOLESCENTS AS AN IMPORTANT PSYCHOLOGICAL FACTOR
Assoc. Prof. Komiljon MUROTMUSAEV Jamhur RAFIEV	Oriental University	SPECIFIC FEATURES OF PSYCHOLOGICAL COUNSELING WITH CONTRACTED MILITARY PERSONNEL
Lect. BARNO RUSTAMOVA	Oriental University	MEASURES FOR IMPROVING PSYCHOLOGICAL SERVICES AT THE UNIVERSITY LEVEL
Assoc. Prof. Komiljon MUROTMUSAEV Jurabek ADILOV	Oriental University	PSYCHOLOGICAL FACTORS OF STRESS RESILIENCE IN MILITARY PERSONNEL DURING EXTREME SITUATIONS
Assoc. Prof. Komiljon MUROTMUSAEV Jurabek ADILOV	Oriental University	ASKERİ PERSONELLERİN AŞIRI DURUMLARDAKİ STRESİ VE ONUN TEŞHİSİ
Assoc. Prof. Komiljon MUROTMUSAEV Jamhur RAFIEV	Oriental University	SÖZLEŞMELİ ASKERİ PERSONELDE PSİKOLOJİK DANIŞMANLIK UYGULAMA AŞAMALARI
Assoc. Prof. Komiljon MUROTMUSAEV	Oriental University	PSYCHOLOGICAL ASPECTS OF LEADERSHIP AMONG PSYCHOLOGY STUDENTS

27.04.2025
SUNDAY / 10:00-12:30 (Türkiye Time)
SESSION: 1 HALL: 1 / MODERATOR
Prof. Dr. K.M. KHALIKOV

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
DİLBAR AYDARBEKOVA	Hoca Ahmet Yesevi Uluslararası Türk-Kazak Üniversites	METABOLIK BILEŞENLERI OLAN BIREYLERDE GEN POLIMORFIZMLERININ INCELENMESİ
DINARA NEMETOVA	Hoca Ahmet Yesevi Uluslararası Türk-Kazak Üniversites	THE ROLE OF THE APOE GENE IN PATIENT WITH COGNITIVE IMPAIRMENT IN METABOLIC SYNDROME
AINUR TURMANBAYEVA	Hoca Ahmet Yesevi Uluslararası Türk-Kazak Üniversitesi	FİZİKSEL AKTİVİTE SEVİYELERİNİN VE GEN BELİRLEYİCİLERİNİN OBEZİTE ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ
SH.E. TOLIBOVA X.G. SATTAROVA N.A. BAKHODIROVA Prof. Dr. Q.M. KHALIKOV	Samarkand State Medical University	EVALUATION OF QUANTITATIVE CHANGES IN MICROELEMENTS IN THE BLOOD OF PATIENTS WITH CUTANEOUS LEISHMANIASIS
SH.E. TOLIBOVA KH.G. SATTAROVA Prof. Dr. K.M. KHALIKOV	Samarkand State Medical University	MOLECULAR-GENETIC ANALYSIS OF CUTANEOUS LEISHMANIASIS PATHOGENS IN THE URGUT DISTRICT OF SAMARKAND REGION
Assoc. Prof. SABUHI IBRAHIMOV	Nakhchivan State University	THE BIRTH AND DEVELOPMENT OF MEDICAL SCIENCE IN NAHCHIVAN, A PART OF THE TURKISH WORLD

27.04.2025
SUNDAY / 10:00-12:30 (Türkiye Time)
SESSION: 1 HALL: 2 / MODERATOR
УМИРЗАКОВА МАЙРА АБДИКАРИМОВНА

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
УМИРЗАКОВА МАЙРА АБДИКАРИМОВНА	Қызылорда облысының білім басқармасы Қазалы ауданы бойынша білім бөлімінің «С.Сейфуллин атындағы №165 орта мектебі» КММ	THE CASE OF AN YOUNG HISTORIAN
ЖУМАШЕВА Ж.Б.	Оқушылар сарайының	DIGITAL EDUCATION: NEW TECHNOLOGIES IN SECONDARY EDUCATION
АБИЛЬМАЖИНОВА Д.Ж.	директор ГККП	STUDYING THE PRINCIPLES' WORKING OPERATION OF ELECTRONIC SUPPRESSION DEVICES AT THE CLASSES OF THE ADDITIONAL EDUCATION CLUB IN RADIO ELECTRONICS IN THE DIGITAL URPAQ
АБИЛЬМАЖИНОВА Д.Ж.	директор ГККП	USING A PROGRAMMABLE SDR-RECEIVER FOR TEACHING ADDITIONAL EDUCATION STUDENTS THE BASICS OF DIGITAL COMMUNICATION SYSTEMS
ЕРБОЛҚЫЗЫ АЛТЫНАЙ	185 Мектеп-гимназия КММ	THE IMPORTANCE OF MEDICAL BIOLOGY IN HUMAN LIFE
МАХАНБЕТ МАДИНА ЖОРАБЕККЫЗЫ	№185 мектеп-гимназиясының	MENTAL HEALTH AND DISORDERS
КАННАЗАРОВА ТІЛЕКТЕС КУАНЫШБАЙҚЫЗЫ	№43 жалпы білім беретін мектеп, математика пәні мұғалімі. Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы	MATHEMATICS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE: NEW DIRECTIONS OF INTEGRATION
АУЭЛБЕКОВА ГАВХАР УМУРБЕКОВНА	№185 мектеп-гимназиясының	КІРІКТІРІЛГЕН САБАТАРДА ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ТАПСЫРМАЛАРДЫ ҚҰРУДЫҢ SMART ӘДІСІ

27.04.2025
SUNDAY / 10:00-12:30 (Türkiye Time)
SESSION: 1 HALL: 3 / MODERATOR
Prof. Dr. SUNAKBAEVA D.K.

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
САПАХОВА НАГИМА БЕЙСЕНОВНА	185 Мектеп-гимназия	USING AR.VR IN MEDICAL EDUCATION
ЖОРГЕНБАЕВА АЙГУЛЬ ЖАКСЫЛЫКОВНА	№102 ЖББМ	ХАЛЫҚТЫҚ МЕДИЦИНА АРҚЫЛЫ ШАШТЫ ЕМДЕУ ТӘСІЛДЕРІ
БЕРЖЕМБАЕВА АЙГЕРІМ СЕРІКБАЙҚЫЗЫ	№43 жалпы білім беретін мектептің	WAYS TO IMPROVE STUDENTS' COGNITIVE SKILLS IN TEACHING A FOREIGN LANGUAGE
АСЕМХАНҚЫЗЫ ҰЛБОСЫН	2 арнайы мектеп	ТӘРБИЕШІ МЕН ТӘРБИЕЛЕНУШІ АРАСЫНДАҒЫ ӨЗАРА ҚАРЫМ-ҚАТЫНАСТАҒЫ ПСИХОЛОГИЯЛЫҚ ДЕНСАУЛЫҚТЫҢ РӨЛІ
Базарғалиева Назерке	Абай атындағы ҚазҰПУ	THE SIGNIFICANCE OF CHOOSING A PROFESSION IN ONE'S LIFE
Базарбайқызы Жансая	№185 мектеп-гимназиясының	MATHEMATICS AND DIGITAL LITERACY
ШАКУПОВА МУЛДИР КУНДЗАКОВНА	№43 ЖББМ	ASTRONOMY AND SPACE SCIENCES
Белек Айнур Шомшекбайқызы	№102 жалпы білім беретін мектеп	THE IMPORTANCE OF EMOTIONAL INTELLIGENCE IN HUMAN LIFE
Исабек Сандуғаш Доғдырбекқызы	№185 мектеп-гимназиясының	THE PSYCHOLOGICAL IMPACT OF DIGITAL TECHNOLOGIES AND SOCIAL MEDIA ON ADOLESCENCE
Prof. Dr. SUNAKBAEVA D.K. AYDARBEKOVA J.K.	Hoca Ahmet Yesevi Uluslararası Türk-Kazak Üniversitesi Қоршаған орта	EFFECTIVE TECHNOLOGIES FOR THE PRODUCTION OF BIOGAS USING LOCAL RAW MATERIALS

27.04.2025
SUNDAY / 10:00-12:30 (Türkiye Time)
SESSION: 1 HALL: 4 / MODERATOR
Assist. Prof. Yusuf ÇAKIR

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Assoc. Prof. Esra ÖZTÜRK SÖZEN Res. Assist. Elif ERYAŞAR	Sinop Üniversitesi	ESTIMATING OF PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF SOME ORGANIC COMPOUNDS FOCUSED ON COVID-19 WITH THE HELP OF TOPOLOGICAL COINDEX CALCULATOR POLYNOMIALS
Assist. Prof. Yusuf ÇAKIR	Sinop Üniversitesi	NONLINEAR MODEL REDUCTION FOR GRADIENT SYSTEMS
Assoc. Prof. Ömer ELKIRAN Esra ARMAĞAN ÖZKAPTAN	Sinop Üniversitesi Sinop Bahçeşehir Koleji	ETHNOBOTANICAL CHARACTERISTICS OF PRODUCTS IN PUBLIC MARKETS OF SINOP PROVINCE
Assist. Prof. Yusuf ÇAKIR	Sinop Üniversitesi	NONLINEAR DIMENSIONAL REDUCTION IN PATTERN FORMATION
Assist. Prof. Selin ÇINAR Assoc. Prof. Sevda YILDIZ Prof. Dr. Fadime DİRİK	Sinop Üniversitesi	KOROVKIN TYPE APPROXIMATION THEOREMS FOR STATISTICAL -CONVERGENCE WITH RESPECT TO POWER SERIES METHOD
Assist. Prof. Selin ÇINAR	Sinop Üniversitesi	STATISTICAL -CONVERGENCE OF MAX-PRODUCT APPROXIMATING OPERATORS
Kübra GÖNÜLLÜ Assoc. Prof. Merve KESKİN	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi	GREEN SYNTHESIS OF LIQUORICE-BASED SILVER NANOPARTICLES
Assist. Prof. Kadir Diler ALEMDAR	Erzurum Teknik Üniversitesi	AUTONOMOUS DETECTION OF PARKING VIOLATIONS AT PEDESTRIAN CROSSINGS: A STUDY ON ENHANCING URBAN TRANSPORTATION SAFETY USING YOLOv12
Kübra GÖNÜLLÜ Assoc. Prof. Merve KESKİN	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi	APILARNIL
Rabia Nefise YILMAZ Assoc. Prof. Emine CAN-GÜVEN Assoc. Prof. Senem YAZICI GÜVENÇ Prof. Dr. Gamze VARANK	Yıldız Teknik Üniversitesi	INVESTIGATION OF LEACHATE TREATMENT WITH MODIFIED FENTON PROCESSES USING GREEN OXIDANTS AND CATALYSTS

27.04.2025
SUNDAY / 10:00-12:30 (Türkiye Time)
SESSION: 1 HALL: 5 / MODERATOR
Assist. Prof. Hüseyin ŞAKALAK

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Assist. Prof. Muhammet YILMAZ	Erzurum Teknik Üniversitesi	PROJECTED CHANGES OF PRECIPITATION IN GAZIANTEP BASED ON NEX-GDDP-CMIP6 MODELS
Assist. Prof. Halil Ahmet GÖREN Prof. Dr. Mehmet ÜNAL	Sinop Üniversitesi Karabuk University	RESULTS OF RARE EARTH ELEMENT ADDITION TO Mg-Zn ALLOY
Res. Assist. Dr. Ahmet AKKAYA Prof. Dr. İsmail Hakkı ÇAĞATAY	Çukurova Üniversitesi	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF AGGREGATE GRANULOMETRY ON MECHANICAL STRENGTH OF CONCRETE
Assist. Prof. Hüseyin ŞAKALAK	KTO Karatay Üniversitesi	GREEN SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF GOLD NANOPARTICLES USING PLANT EXTRACTS OBTAINED THROUGH SUPERCRITICAL CO_2 EXTRACTION
Furkan DURMUŞ Prof. Dr. Erdal KILIÇ	Ondokuz Mayıs Ünversitesi	A COMPARATIVE ANALYSIS OF META-LEARNING-BASED AND TRADITIONAL AUTOML APPROACHES IN HEALTHCARE APPLICATIONS
Firuze Elif TOKDEMİR Assoc. Prof. Kadir SABANCI	Karamanoglu Mehmetbey University	COMPARATIVE ANALYSIS OF DEEP LEARNING MODELS FOR WHEAT VARIETIES CLASSIFICATION
Rümeysa SALMAN Assoc. Prof. Kadir SABANCI	Karamanoglu Mehmetbey University	A DEEP LEARNING-BASED APPROACH FOR GASTRIC CANCER DIAGNOSIS USING HISTOPATHOLOGICAL IMAGES
Fatma SUNGUR CAN Assist. Prof. Esra İLBAHAR	Yıldız Teknik Üniversitesi	ANALYSIS OF SMART WATCH PREFERENCES BASED ON CUSTOMER SEGMENTATION: KANO AND MCDM INTEGRATION
Sümeyye ÖZKAN Assoc. Prof. Kadir SABANCI	Karamanoglu Mehmetbey University	IMAGE PROCESSING AND DEEP LEARNING METHODS IN THE DIAGNOSIS OF LUNG AND COLON CANCERS
Ayşegül K. KASAP Burçin KURT	Gümüşhane University Karadeniz Technical University	PREDICTING ALERTNESS STATES IN EXPERIMENTAL SETTINGS USING PHYSIOLOGICAL AND SELF-ASSESSMENT DATA A MACHINE LEARNING APPROACH

CONTENTS

AUTHOR(s)	TITLE	PAGE NO
ERAY SEZER OĞUZ KOÇAR NERGIZHAN ANAÇ FURKAN PARMAKSIZ	INVESTIGATION of THE WELDIBILTY of ABS PLUS and PA6 GF30 SHEETS by FRICTION STIR WELDING	**1**
AHMET KARAOĞLU HÜSEYİN SÖYLER	EVALUATION OF ENGINE PERFORMANCE USING A FUZZY MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING (FMCDM) APPROACH: TOPSIS AND MACHINE LEARNING COMPARISON	**27**
ADEM GÜNDOĞDU VOLKAN ACAR MERVE YAZICI FERIT ÇAKIR	FLEXURAL BEHAVIOR OF FIBER ROPE CORE-BASED SANDWICH COMPOSITES	**29**
YAVUZ ÜNAL	DETECTION OF BEAN LEAF DISEASES WITH CUSTOM LIGHTWEIGHT CNN ARCHITECTURES	**31**
MUHAMMED SAID BİRHAN MUHAMMED EMIN KULA BILAL USANMAZ ÖMER GÜNDOĞDU	VIBRATION MODEL AND SIMULATION OF AN E-SCOOTER WITH ITS RIDER	**39**
MUHAMMED EMIN KULA VOLKAN ACAR YAVUZ SELIM TARİH ÖMER GÜNDOĞDU	STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF ASTRAGALUS NATURAL FIBER	**46**
HANDE USANMAZ	INHIBITION OF MYELOPEROXIDASE ENZYME BY NAPHTHALENE-2-SULFONAMIDE, 4-NITROBENZENESULFONYL CHLORIDE, 2-FLUOROBENZENESULFONYL CHLORIDE, AND METHANESULFONAMIDE	**48**
AYŞE KARAHAN BENAZIR BAŞAK KOÇ FARIS KARAHAN	HEALING GARDEN APPROACHES SHAPED BY ART MOVEMENTS THROUGHOUT HISTORY	**57**
BENAZIR BAŞAK KOÇ FARIS KARAHAN	"SUSTAINABLE HEALTHCARE CAMPUSES AND GREEN INFRASTRUCTURE APPLICATIONS WITHIN THE FRAMEWORK OF ECOLOGICAL ARCHITECTURE APPROACHES"	**67**
AYNUR ATAMAN KUFACI GÜLCAN DEMİR	THE ROLE OF WEARABLE TECHNOLOGIES IN EARLY DETECTION AND MANAGEMENT OF DEMENTIA: AN EVALUATION BETWEEN 2010-2024	**83**
GÜLCAN DEMİR AYNUR ATAMAN KUFACI	ADDICTION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS: A BIBLIOMETRIC	**85**

NESRIN MERVE ÇELEBİ UZKUÇ BURCU KAYA HASAN UZKUÇ YONCA KARAGÜL YÜCEER	PRODUCTION OF VOLATILE COMPOUNDS BY METSCHNIKOWIA PULCHERRIMA USING DIFFERENT CARBON SOURCES	**87**
EKIN ÖZTÜRK	INVESTIGATION OF CAD-CAM PARAMETERS IN ADDITIVE MANUFACTURING PROCESSES FOR AEROSPACE APPLICATIONS	**100**
MELISA CIMBIZ NADIYE BARIŞ EREN	SAĞLIK BAKIM ALANINA YÖNELİK GÜNCEL BULUŞ ÖRNEKLERİ	**102**
PERVIN ÇİÇEK NADIYE BARIŞ EREN	ÜRİNER BOŞALTIMA YÖNELİK BULUŞ ÖRNEKLERİ	**109**
AYSEL VEYİSOĞLU DEMET TATAR	PHYLOGENETIC ANALYSIS OF THERMOPHILIC Streptomyces sp. TA39 ISOLATE OBTAINED FROM THERMAL SPRINGS AND DETERMINATION OF SOME ENZYME ACTIVITIES	**116**
BATUHAN AKKAYA TARIK CEBECİ VEYSEL DURAK MERVE KOPARAN FERHAT GÜL	THE INFLUENCE OF INOCULATION ON THERMAL ANALYSIS AND MECHANICAL PROPERTIES IN GREY CAST IRON MATERIAL	**125**
IRINA-ANA DROBOT	IS IT USEFUL FOR A TEACHER TO KNOW ABOUT DEPRESSION?	**134**
IRINA-ANA DROBOT	WHY IS IT IMPORTANT TO PROMOTE PSYCHOANALYSIS FOR THE GENERAL PUBLIC?	**138**
SENEM KOCA BURAK ŞAHİN ÖMER JARADAT	THE HIDDEN THREAT BEHIND NEUROLOGICAL DETERIORATION IN CHRONIC ALCOHOLISM: SEPSIS DUE TO NON-MENINGITIC INFECTIONS; A CASE REPORT	**142**
RABIA NEFISE YILMAZ EMINE CAN-GÜVEN SENEM YAZICI GÜVENÇ GAMZE VARANK	INVESTIGATION OF LEACHATE TREATMENT WITH MODIFIED FENTON PROCESSES USING GREEN OXIDANTS AND CATALYSTS	**146**
KÜBRA GÖNÜLLÜ MERVE KESKİN	APILARNIL	**159**
KÜBRA GÖNÜLLÜ MERVE KESKİN	GREEN SYNTHESIS OF LIQUORICE-BASED SILVER NANOPARTICLES	**165**
ADEM SARIHAN HÜSEYIN OĞUZ	SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF POLYANILINE DERIVATIVE STRUCTURES DOPED WITH DIFFERENT ACIDS FOR USE IN MEMBRANE PREPARATION	**170**
GÖKHAN ÖZEN RIDVAN SARAÇOĞLU	VISIBILITY ANALYSIS WITH UNMANNED AERIAL VEHICLES	**179**

RÜMEYSA SALMAN KADIR SABANCI	A DEEP LEARNING-BASED APPROACH FOR GASTRIC CANCER DIAGNOSIS USING HISTOPATHOLOGICAL IMAGES	**199**
FERIDE ÇEVİK	COMMON PHYSIOLOGICAL PROBLEMS DURING PREGNANCY AND MIDWIFERY APPROACH	**208**
FERIDE ÇEVİK	DOES MARITAL HARMONY AFFECT POSTPARTUM DEPRESSION?	**212**
DINARA NEMETOVA	THE ROLE OF THE APOE GENE IN PATIENT WITH COGNITIVE IMPAIRMENT IN METABOLIC SYNDROME	**216**
AINUR TURMANBAYEVA	FİZİKSEL AKTİVİTE SEVİYELERİNİN VE GEN BELİRLEYİCİLERİNİN OBEZİTE ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	**220**
DİLBAR AYDARBEKOVA	METABOLIK BILEŞENLERI OLAN BIREYLERDE GEN POLIMORFIZMLERININ INCELENMESİ	**225**
DERYA ÖZTÜRK SÖYLEMEZ SEVINÇ AY ELIF EMRE	TRENDS AND ADVANCES IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR ANATOMY AND RADIOLOGY: A REVIEW OF LITERATURE	**230**
BURAK YILMAZ ÜÇOK SALIH BERKAN AYDEMİR	İŞ GÜVENLİĞİ KAVRAMI VE İŞ GÜVENLİĞİ UZMANININ GÖREV, YETKİ VE SORUMLULUKLARI	**242**
NERMIN SEDA ILGAZ	GENOTOXICITY TESTS	**252**
FIRUZE ELIF TOKDEMİR KADIR SABANCI	COMPARATIVE ANALYSIS OF DEEP LEARNING MODELS FOR WHEAT VARIETIES CLASSIFICATION	**258**
SEVDA YILDIZ KAMIL DEMİRCİ FADIME DİRİK	ABSTRACT KOROVKIN A-SUMMATION TYPE APROXIMATION THEORY VIA STATISTICAL POWER SERIES CONVERGENCE FOR DOUBLE SEQUENCES IN MODULAR SPACES	**268**
HANDAN ŞENGÜL ÇAKI ÖZGÜ BAYRAK	DOĞAL GAZ DAĞITIM SEKTÖRÜNDEKİ ALTYAPI ÇALIŞMALARININ İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ	**292**
KÜBRANUR GÖRMÜŞ	EVALUATING PSYCHOSOCIAL SUPPORT SERVICES PROVIDED AFTER NATURAL DISASTERS IN A CULTURAL CONTEXT: A REVIEW STUDY FOCUSED ONBEXAMPLES OF INTERNATIONAL PRACTICES	**306**
BACHA N. ACHOUR S.	EFFECT OF WATER MINERALIZATION ON THE ELIMINATION OF ACETAMINOPHEN BY COAGULATION-FLOCCULATION: A CASE STUDY IN SOUTHERN ALGERIA	**317**

SELIN ÇINAR	STATISTICAL -CONVERGENCE OF MAX-PRODUCT APPROXIMATING OPERATORS	**326**
YUNUS KAYA ABDURAHMAN YASIN YİĞİT	3D DOCUMENTATION OF A CRIME SCENE USING TERRESTRIAL LASER SCANNING AND EVALUATION OF SPATIAL ACCURACY IN CRIMINAL ANALYSIS	**336**
ABDURAHMAN YASIN YİĞİT YUNUS KAYA	POINT CLOUD-BASED ANALYSIS OF SURFACE MORPHOLOGY AND GEOMETRIC FEATURES IN PHOTOGRAMMETRY-BASED SCULPTURE MODELS	**346**
MASUMA IBRAHIMOVA	ECOBIOLOGICAL AND PHYTOCENOLOGY SPECIES OF THE GENUS LERGE IN THE NATURE OF NAKHCHIVAN, AN INTEGRAL PART OF THE TURKISH WORLD	**360**
MUHAMMED TANYILDIZI	USING WASTE SLATE STONE POWDER FOR IMPROVING THE BEARING CAPACITY OF SILT AS A SUBGRADE FOR ROAD PAVEMENTS	**365**
TUNA KUZUCAN	BIOETHICS AND SCIENCE FICTION CINEMA: REFLECTIONS OF GENETIC INTERVENTION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE DEBATES IN POPULAR CULTURE	**373**
TUNA KUZUCAN	MEDIATIZED REPRESENTATION OF DIGITAL HEALTH APPLICATIONS: SMART APPS, WEARABLE TECHNOLOGIES, AND THE TRANSFORMATION OF HEALTH HABITUS	**379**
ZEYNEP TUĞÇE KIRIMLI AHMET TEOMAN NASKALI	YABAN MERSİNİ BİTKİSİNDE HASTALIK TESPİTİ İÇİN TRANSFER LEARNING MODELLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI VE GRAD-CAM İLE AÇIKLANABİLİRLİK İNCELEMESİ	**385**
HÜLYA ERTEKİN	EXPLORING THE NEGATIVE AUTOMATIC THOUGHTS AND DYSFUNCTIONAL ATTITUDES IN PATIENTS WITH POLYCYSTIC OVARY SYNDROME	**395**
ŞÜKRIYE ÇAKMAK	SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF A NOVEL ACETAMIDE-BASED HYBRID COMPOUND WITH ANTIOXIDANT POTENTIAL	**402**
ESRA ÖZTÜRK SÖZEN ELIF ERYAŞAR	ESTIMATING OF PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF SOME ORGANIC COMPOUNDS FOCUSED ON COVID-19	**410**

	WITH THE HELP OF TOPOLOGICAL COINDEX CALCULATOR POLYNOMIALS	
BEYZA NUR BİLGİLİ BERKIN OZYILMAZ KIRCALI	THE RELATIONSHIP BETWEEN BONE HEALTH AND NUTRITION IN CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY	**428**
MEHMET POYRAZ ÖZER ZEYBEK	A STUDY ON THE MICROSTRUCTURE OF AISI 440C MARTENSITIC STAINLESS STEEL EXPOSED TO DIFFERENT COOLING TYPES AFTER HEAT TREATMENT	**438**
AYSEL VEYİSOĞLU DEMET TATAR	DETERMINATION OF ANTIBACTERIAL AND ANTIFUNGAL POTENTIAL OF Trachystemon orientalis (L.) G. DON (KALDİRİK) PLANT COLLECTED FROM ORDU PROVINCE	**448**
ANDAÇ BATUR ÇOLAK	MODELING OF 3D FLOW OF BURGERS NANOFLUID ON A BIDIRECTIONALLY STRETCHED SURFACE IN DOUBLE-STRATIFICATION BIOCONVECTION WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS	**456**
ANDAÇ BATUR ÇOLAK	SIMULATION OF STAGNATION POINT FLOW IN MAGNETO-MICROPOLAR FLUID ON A STRETCHABLE SURFACE UNDER THE INFLUENCE OF ACTIVATION ENERGY AND TWO-SIDED REACTION WITH MACHINE LEARNING	**465**
MÜŞERREF HILAL ŞEHİTOĞLU BİNGÖL ABDURRAHMAN İŞBİLİR	THE ROLE AND LIMITATIONS OF BLOOD TESTS IN DERMATOLOGICAL DIAGNOSIS: AN EXPLORATION AT THE LIMITS OF SYSTEMIC BIOMARKERS	**474**
ABDURRAHMAN İŞBİLİR MÜŞERREF HILAL ŞEHİTOĞLU BİNGÖL	THE RELATIONSHIP BETWEEN DIABETES, VITILIGO AND ADIPOKINES: CURRENT FINDINGS AND BIOCHEMICAL MECHANISMS	**493**
МАХАНБЕТ МАДИНА ЖОРАБЕККЫЗЫ	MENTAL HEALTH AND DISORDERS	**508**
AYYAPPAN P.	ARTIFICIAL CREATIVITY: INTEGRATING AI AND ANIMATION PRINCIPLES IN MODERN FILM FRANCHISES (WITH REFERENCE TO THE ICE AGE FRANCHISE)	**511**
E.A. SHITTU. A.A. ADNAN. T.T. BELLO	AQUAGRAIN AS A SOIL AMENDMENT FOR DROUGHT-STRESSED TOMATOES: ENHANCING WATER RETENTION, ROOT GROWTH, AND CROP PERFORMANCE	**515**
HALIL OĞUZHAN KARA OĞUZHAN YAVUZ BAYRAKTAR	A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF GEOPOLYMER BINDERS IN GEOTECHNICAL APPLICATIONS (2020–2025)	**525**

AHMET BEDIRHAN SAĞIR	USING PARTICLE SWARM OPTIMIZATION BASED LENET5 ALGORITHMS IN STOCK EXCHANGE	**539**
LÜTFI MELIH DUMLU MELAYIB BİLGİN	DİJİTALLEŞME SÜRECİNDE BANKA ŞUBELERİNİN GELECEĞİ: SÜREÇ İYİLEŞTİRME VE KAIZEN YAKLAŞIMI	**541**
AYŞEGÜL K. KASAP BURÇIN KURT	PREDICTING ALERTNESS STATES IN EXPERIMENTAL SETTINGS USING PHYSIOLOGICAL AND SELF-ASSESSMENT DATA A MACHINE LEARNING APPROACH	**542**
SÜMEYYE ÖZKAN KADIR SABANCI	IMAGE PROCESSING AND DEEP LEARNING METHODS IN THE DIAGNOSIS OF LUNG AND COLON CANCERS	**544**
FATMA SUNGUR CAN ESRA İLBAHAR	ANALYSIS OF SMART WATCH PREFERENCES BASED ON CUSTOMER SEGMENTATION: KANO AND MCDM INTEGRATION	**555**
FURKAN DURMUŞ ERDAL KILIÇ	A COMPARATIVE ANALYSIS OF META-LEARNING-BASED AND TRADITIONAL AUTOML APPROACHES IN HEALTHCARE APPLICATIONS	**557**
HÜSEYIN ŞAKALAK	GREEN SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF GOLD NANOPARTICLES USING PLANT EXTRACTS OBTAINED THROUGH SUPERCRITICAL CO_2 EXTRACTION	**559**
AHMET AKKAYA İSMAIL HAKKI ÇAĞATAY	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF AGGREGATE GRANULOMETRY ON MECHANICAL STRENGTH OF CONCRETE	**561**
HALIL AHMET GÖREN MEHMET ÜNAL	RESULTS OF RARE EARTH ELEMENT ADDITION TO Mg-Zn ALLOY	**569**
MUHAMMET YILMAZ	PROJECTED CHANGES OF PRECIPITATION IN GAZIANTEP BASED ON NEX-GDDP-CMIP6 MODELS	**571**
KADİR DİLER ALEMDAR	AUTONOMOUS DETECTION OF PARKING VIOLATIONS AT PEDESTRIAN CROSSINGS: A STUDY ON ENHANCING URBAN TRANSPORTATION SAFETY USING YOLOv12	**573**
FETHI TURGUT	MORPHOLOGICAL ANOMALIES IN CERATOPOGONIDAE (DIPTERA: NEMATOCERA) SPECIES	**575**
SAVAŞ ATASEVER	A META-ANALYSIS ON NON-GENETIC FACTORS AFFECTING SOMATIC CELL COUNT IN MILK AND POSSIBLE INFECTED LOBE RATIOS OF JERSEY COWS	**577**

EVRIM SÖNMEZ	1,8 SİNEOL VE DİYATOMELİ TOPRAĞIN Acanthoscelides obtectus Say (Coleoptera: Chrysomelidae) ÜZERİNDEKİ SİNERJİK ETKİLERİ	**583**
LJAZ ALI	PHYTOCHEMICAL SCREENING, ANTIOXIDANT AND PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS OF NATURAL PROTEIN SUPPLEMENT CHIRABILVA (HOLOPTELEA INTEGRIFOLIA ROXB.) SEED OIL	**585**
SEVAL DERNEKBAŞI BAHADIR TUNAHAN KARADAYI	USE OF MEALWORMS (TENEBRIO MOLITOR) LARVAE MEAL IN NILE TILAPIA (OREOCHROMIS NILOTICUS) DIETS	**586**
ELIF ARICI BAYAZ NURULLAYEV	HEAVY METAL MONITORING IN Padina pavonica FROM AKLIMAN AND KARAKUM REGIONS: A SUMMER INVESTIGATION	**588**
OSMAN HATUN İBRAHIM DEMİRCİ	PSYCHOMETRIC PROPERTIES OF DEPRESSION, ANXIETY, AND STRESS SCALE-YOUTH (DASS-Y) AMONG TURKISH YOUTH	**590**
ÖZLEM ÖZTEP İBRAHIM DEMİRCİ	ADAPTATION AND VALIDATION OF THE PERMA+4 POSITIVE FUNCTIONING AT WORK SCALES INTO TURKISH	**592**
FUNDA ÜSTÜN ORÇIN UYGUN	COMPOSITION OF DIPLOSTRACA IN HAMSİLOS BAY IN SUMMER 2024	**594**
MERVE KOCA	BEYOND THE DIAGNOSIS: A CASE STUDY OF THE THERAPLAY PROCESS WITH A CHILD DIAGNOSED WITH NEUROBLASTOMA AND HIS PARENT	**596**
ÖZLEM BALCI BUSE ALTUN NISA NUR PARLAK AHMET BOLAT	HIGHER EDUCATION STUDENTS' REASONS FOR PREFERENCES AND THEIR PERSPECTIVES ON THE FUTURE OF THEIR PROFESSIONS	**598**
BUSE ALTUN NISA NUR PARLAK ÖZLEM BALCI AHMET BOLAT	DETERMINATION OF FIRST AID KNOWLEDGE LEVELS OF PROSPECTIVE MEDICAL SALES REPRESENTATIVES	**600**
ZEYNEP KAÇAR	AKTİF YAŞLANMA ve TİP 2 DİYABET	**602**
SEMIH SEZGİN ZEYNEP YEĞİN	EFFECT OF GENETIC FACTORS ON CONSUMER BEHAVIOR: A STUDY ON MONOAMINE OXIDASE A (MAOA) GENE	**613**
GÖKAY TAŞKAYA	HAZARDS AND RISKS ENCOUNTERED BY ONCOLOGY AND CHEMOTHERAPY NURSES IN THE CONTEXT OF OCCUPATIONAL SAFETY	**615**

EBRU ERTAŞ	NEW METHODS IN MIDWIFERY EDUCATION	**617**
EBRU ERTAŞ	UNPLANNED PREGNANCIES AND MIDWIFERY APPROACH	**622**
YUSUF ÇAKIR	NONLINEAR DIMENSIONAL REDUCTION IN PATTERN FORMATION	**626**
YUSUF ÇAKIR	NONLINEAR MODEL REDUCTION FOR GRADIENT SYSTEMS	**627**
ÖMER ELKIRAN ESRA ARMAĞAN ÖZKAPTAN	ETHNOBOTANICAL CHARACTERISTICS OF PRODUCTS IN PUBLIC MARKETS OF SINOP PROVINCE	**628**
SUBHASHISH DEY	PROFILE LEVELLING AT RYTHU BAROSA KENDRAM IN PENJENDRA VILLAGE FOR THE PROPOSED DRAINAGE PATTERN	**630**
SUBHASHISH DEY	INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT FROM VARIOUS SOURCES BY USING BIOSORBENTS	**631**
ARIF SALAH ALLEM MOHCENE SAILI LINDA GASMI INTISSAR BELBEL FATMA DJAMAI ZAHRA ALI RACHEDI SOFIANE CHOUAFA MOHAMED MELLOUK FATMA ZAHRA RAHIM OUAHAB AFRI AMIRA	BIODIVERSITY DYNAMICS IN ALGERIAN WETLANDS: CHALLENGES AND CONSERVATION PRIORITIES	**632**
ARIF SALAH ALLEM MOHCENE SAILI LINDA GASMI INTISSAR BELBEL FATMA DJAMAI ZAHRA ALI RACHEDI SOFIANE CHOUAFA MOHAMED MELLOUK FATMA ZAHRA RAHIM OUAHAB AFRI AMIRA	HYDROLOGICAL DYNAMICS AND CONSERVATION CHALLENGES OF URBAN WETLANDS IN NORTHEASTERN ALGERIA	**633**
DR. LAID BOUCHAALA NEDJOUD GRARA AMIRA AFRI FATMA ZOHRA MELLOUK HADIA HEMMAMI MOUSSA HOUHAMDI	CONTRIBUTION OF PHRAGMITES AUSTRALIS TO POLLUTED WATER PURIFICATION IN ALGERIA: AN ECOLOGICAL RESTORATION APPROACH	**634**
AYŞE ERGİN AYDIN KAVAK	LIME STABILIZATION OF DREDGED SLUDGE	**635**
RUKIYE SEYFİ HASENE KESKİN ÇAVDAR	INVESTIGATION OF THE USABILITY OF DIFFERENT FLOUR TYPES IN NOODLE PRODUCTION	**637**
RÜMEYSA ŞAHİN ALAAELDEEN ELROUBY İLYAS ÇANKAYA	COMPREHENSIVE SURVEY ON MICROWAVE FILTER TECHNOLOGIES	**639**

ABDULLAH ZENGİN HÜSEYIN ŞAHİNER EKREM GÜLSEVİNÇLER	PREDICTED ACCIDENT SCENARIOS AND RADIOLOGICAL IMPACTS FOR THE PLANNED IGNEADA NUCLEAR POWER PLANT	**650**
ÜMMÜGÜLSÜM YÜCESOY VELID UNSAL	EFFECT OF OLEUROPEIN ON INSULIN RESISTANCE: RECENT DEVELOPMENTS	**652**
SEHER EYÜBOĞLU İBRAHIM SARPER KARAMAN YELIZ KARAMAN	INVESTIGATION OF ELECTROCHEMICAL BEHAVIOR OF TENOFOVIR DISOPROXIL FUMARATE USING MODIFIED ELECTRODE	**654**
AYÇA CAN SEDA GENÇ ŞİMŞEK KADRIYE KIZILBEY	EVALUATION OF STRUCTURAL, MECHANICAL AND BIOLOGICAL PROPERTIES OF ZINC NANOPARTICLE DOPED PVA/CHITOSAN HYDROGELS FOR TISSUE PATCH APPLICATIONS	**656**
AYŞE BILLUR DEMİRKESEN AYLIN SEYLAM KÜŞÜMLER	INVESTIGATION OF EATING BEHAVIORS AND DIETARY COMPLIANCE OF ADULT INDIVIDUALS WITH PHENYLKETONURIA	**658**
DR. IŞIK ÇAKMAK DR. SINEM ÖZDEMİR NURHAN GÜMRÜKÇÜOĞLU	EVALUATION OF ADME PROPERTIES OF AZOLE DERIVATIVE COMPOUNDS BY IN SILICO METHOD	**660**
EMINE ARARAT M. NUMAN KÖSE	ORAL CHANGES IN PATIENTS USING MARAS POWDER	**662**
SINEM ÖZDEMİR DR. IŞIK ÇAKMAK	IDENTIFICATION OF COMMON OVEREXPRESSED GENES IN LUNG AND COLORECTAL ADENOCARCINOMAS USING TCGA DATA	**664**
RES. ASSIST.DR. DUYGU GÜL BETÜL SÖNMEZ SATI BİRBUDAK AYTOLAN YILDIRIM	RELATIONSHIP BETWEEN PRACTICE ENVIRONMENT, VUCA PERCEPTION AND PSYCHOLOGICAL RESILIENCE OF NURSE MANAGERS	**666**
SEFA KOCABAŞ SERKAN ÖREN	INVESTIGATION AND SIGNIFICANCE OF CHANGES IN PM10 AND SO X PARAMETERS AFTER THE EARTHQUAKE	**668**
ONURCAN KABAN MELAYIB BİLGİN	INVESTIGATION OF INDUSTRIAL SYMBIOSIS OPPORTUNITIES IN AKSARAY ORGANIZED INDUSTRIAL ZONE	**670**
MEHMET UĞUR YILMAZOĞLU	A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF STUDIES ON THE DEEP SOIL MIXING (DSM) METHOD BETWEEN 2020 AND 2025	**672**
BÜŞRA KESİCİ YUSUF ÇALIŞKAN	AN APPLICATION OF MULTI-CRITERIA DECISION MAKING IN THE SELECTION OF TEST AUTOMATION FARMEWORK IN E-COMMERCE PLATFORMS	**683**
PINAR GÖKENSEL OKTA EMINE YILDIZ	EFFECT OF NUTRITION EDUCATION ON ADOLESCENT FOOTBALL PLAYERS'	**704**

	KNOWLEDGE LEVEL AND ANTHROPOMETRIC MEASUREMENTS	
ZEYNEP BENGISU ÇETİN	SHORT-TERM PSYCHOTHERAPY FOR POST-TRAUMATIC STRESS DISORDER: A CASE STUDY	**706**
ELIF NIHAN KÜÇÜKYILDIZ BETÜL İŞİNER	THE EFFECT OF MATCHA TEA AT DIFFERENT TEMPERATURES ON THE COLOR STABILITY OF COMPOSITE RESINS	**708**
HASIP AĞIRÇELİK MUHITDIN YILMAZ	INVESTIGATION OF ENVIRONMENTAL AWARENESS LEVELS OF STUDENTS AT SINOP UNIVERSITY	**710**
İLKNUR KARAAĞAÇ MUHITDIN YILMAZ	INVESTIGATION OF HEAVY METAL POLLUTION IN SINOP PROVINCE KARASU STREAM SEDIMENTS	**712**
SEVDA YILDIZ FADIME DİRİK KAMIL DEMİRCİ	A STUDY OF KOROVKIN-TYPE THEORY FOR POWER SERIES STATISTICAL K a - CONVERGENCE ON INFINITE INTERVAL	**713**
ELIF GIZEM SAYGILI EBRU BIRLIK ÖZKÜTÜK	USE OF Q-DOT INCLUSIONED BACTERIAL CELLULOSE BASED ADSORBENT IN THE DETERMINATION OF CHROMIUM(VI)	**714**
MAHMOUD ZIADA	EFFECT OF ACTIVATOR-BINDER RATIOS ON SULFURIC ACID RESISTANCE AND MECHANICAL PROPERTIES OF SLAG BASED GEOPOLYMER MORTARS	**716**
MUSTAFA YURDAKUL ŞAKIR TAŞDEMİR	DEEP LEARNING BASED CLASSIFICATION OF FLOWER SPECIES: CNN VS VIT	**718**
MUSTAFA YURDAKUL ŞAKIR TAŞDEMİR	DEEP LEARNING AND INTERNET OF THINGS COMMON USE CASES AND APPLICATION POTENTIAL	**724**
MURAT TOREN FARUK CINEMRE MIRAC ZAFER PEHLEVAN HAKKI MOLLAHASANOGLU	DESIGN AND PERFORMANCE ASSESSMENT OF AN ARTIFICIAL INTELLIGENCE- DRIVEN SMART MILITARY WRISTBAND FOR REAL-TIME BIOMETRIC MONITORING	**728**
ELIF AHSEN BAŞTUĞ TUNAHAN RECEP TORUN HASAN OĞUL	DETERMINATION OF DOPPLER AND MODERATOR REACTIVITY FEEDBACK COEFFICIENTS USING THE SERPENT MONTE CARLO CODE	**743**
AYA ALMASRI SELDEN ÇEPNİ	AEROSAFE: AI-POWERED REAL-TIME AIRBORNE INFECTION RISK MONITORING SYSTEM FOR HOSPITALS	**745**

YAZAN ALİ SELDEN ÇEPNİ	A MANAGEMENT STRATEGY FOR GREEN MEDICAL DEVICES WITH A FOCUS ON ANESTHESIA SYSTEMS	**747**
MOHAMMAD AMIN SHAJAREH POUR SALAVATI	THE IMPACT OF SMARTPHONE USAGE ON FEMALE FERTILITY: A SYSTEMATIC REVIEW	**749**
MAJOR GHEORGHE GIURGIU MANOLE COJOCARU	NATURAL MODULATION OF THE GUT MICROBIOTA IN PATIENTS WITH FOOD ALLERGIES. IMPACT OF ALERGIPLANT	**750**
MAJOR GHEORGHE GIURGIU MANOLE COJOCARU	GUT MICROBIOME AND METABOLITES IN RHEUMATOID ARTHRITIS: LINK, MECHANISMS AND DENIPLANT INTERVENTION	**751**
MAJOR GHEORGHE GIURGIU MED. MANOLE COJOCARU	MY PATIENT HAS SIGNS OF PSORIASIS: HOW CONCERNED SHOULD I BE AND WHAT SHOULD I DO?	**752**
AGNES HESTIANI AGNES SEPTIANI TIARA CLARITA	THE ROLE OF DUKUN BEROBAT IN SUBAH, WEST KALIMANTAN	**753**
GUZAL MASSADIKOVA	USAGE TECHNOLOGIES OF THE LATEST MACHINES IN THE CLOTHING PRODUCTION SECTOR	**754**
AGNES HESTIANI AGNES SEPTIANI TIARA CLARITA	INVESTIGATING THE ROLE OF DUKUN BEROBAT IN SUBAH, WEST KALIMANTAN	**756**
K.R.PADMA K.R. DON	THE ANTI-MALARIA MAGIC OF GARLIC: A DEEP DIVE INTO ALLIUM SATIVUM HEALING POTENTIAL	**757**
K.R.PADMA K.R. DON	THE EFFECT OF CHLOROFORM EXTRACT OF Carica papaya SEEDS ON AQUATIC LIFE: ACUTE TOXICITY AND GROWTH INHIBITION IN Damo rerio (ZEBRAFISH) AND Pseudokirchneriella subcapitata (GREEN)	**758**
GIUSEPPE FERRI ANDREA MORGANTE GUALTIERO GHERARDI NICCOLÒ CARRAI REBECCA PALUMBO ROBERTA MORAMARCO LUCA TESTARELLI ANAMARIA BEATRICE BURETE DARIO DI NARDO ALESSIO ZANZA ELISA MACCARI RODOLFO REDA	IN VITRO ANALYSIS OF MARGINAL ADAPTATION AND FRACTURE RESISTANCE OF ENDO-CROWNS DIGITALLY MADE IN TWO DIFFERENT MATERIALS	**759**
EMAN ABDELAZIZ AHMED RASHAD DABOU AMANY M. SHEBL MONA GAMAL MOHAMED	IMPACT OF AROMATHERAPY WITH LAVENDER ESSENTIAL OIL ON ANXIETY LEVELS IN PATIENTS UNDERGOING CLOSED MRI SCANS	**760**

AMANY M. SHEBL ENGY ABDELRAHMAN KHAMIS	GENETIC PERCEPTION FOR BREAST CANCER AT-RISK WOMEN IN EGYPT	**761**
MERIEM DADOUCH	A GREEN SPECTROPHOTOMETRIC METHOD FOR DETERMINATION OF SALIVARY THIOCYANATE	**762**
AMINA MOHAMED MOHAMED SALAMA	DESIGNING AN EVIDENCE-BASED WEBSITE FOR HOME MONITORING OF CARDIOVASCULAR DISEASE PATIENTS	**763**
HANAA M ABO SHEREDA SAMIRH SAID ALQHTANI ABEER SELIM	EXPLORING THE RELATIONSHIP BETWEEN COMPASSION FATIGUE, STIGMA, AND MORAL DISTRESS AMONG PSYCHIATRIC NURSES: A STRUCTURAL EQUATION MODELING STUDY	**764**
DOAA MOHAMED ZEIN EL-ABDEEN MOHAMED HEBA NOSHY ABD EL-AZIZ MOHAMED SOAD HASSAN ABD ELHAMEED	EFFECT OF A HOME-BASED PHYSICAL REHABILITATION PROGRAM VIA VIRTUAL REALITY ON THE FUNCTIONAL OUTCOMES OF FRAIL OLDER ADULTS: A QUASI-EXPERIMENTAL STUDY	**766**
TINA VAN DUIJN NAGWA YEHYA AHMED SABRAH JEFFREY PELLEGRINO	DO-IT-YOURSELF DEVICES FOR TRAINING CPR IN LAYPEOPLE: A SCOPING REVIEW	**767**
NAGWA YEHYA AHMED SABRAH JEFFREY L. PELLEGRINO HEND EL-SAYED MANSOUR MARWA FATHALLAH MOSTAFA NAHED ATTIA KANDEEL	BRIDGING KNOWLEDGE TO PRACTICE: ORAL CARE BUNDLE TRAINING FOR CRITICAL CARE NURSES	**768**
EL-SHAIMAA EL-ANSARY HOWIDA RAGAB MOHAMED RAGAB	ASSESSMENT OF THE PRECONCEPTION HEALTH RISKS AMONG WOMEN AT REPRODUCTIVE AGE	**769**
M. CIANFRIGLIA S. LEPORALE R. MORAMARCO V. MARTINI C. MAROCCO C. BRAMUCCI F. SESTITO R. REDA L. TESTARELLI T. TESTORI G. PERROTTI	EVALUATION OF VERTICAL DIMENSIONS IN ORTHOGNATHIC SURGERY USING 3D CEPHALOMETRY AND TFA SUPERIMPOSITION: A CONSECUTIVE CASE SERIES	**770**
SELIN ÇINAR SEVDA YILDIZ FADIME DİRİK	KOROVKIN TYPE APPROXIMATION THEOREMS FOR STATISTICAL -CONVERGENCE WITH RESPECT TO POWER SERIES METHOD	**772**
ЖОРГЕНБАЕВА АЙГУЛЬ ЖАКСЫЛЫКОВНА	ХАЛЫҚТЫҚ МЕДИЦИНА АРҚЫЛЫ ШАШТЫ ЕМДЕУ ТӘСІЛДЕРІ	**774**
НАУРЫЗБАЕВА ГУЛНАРА ҒАБИТҚЫЗЫ	EFFECTIVE EFFECTS OF NEUROPSYCHOLOGY ON THE LEARNER	**776**

САПАХОВА НАГИМА БЕЙСЕНОВНА	USING AR.VR IN MEDICAL EDUCATION	**778**
TINALIEVA GULMIRA	THE IMPACT OF SOCIAL MEDIA ON ADOLESCENTS' SELF-ESTEEM: PSYCHOLOGICAL PERSPECTIVES	**780**
ШАКУПОВА МУЛДИР КУНДЗАКОВНА	ASTRONOMY AND SPACE SCIENCES	**782**
АСЕМХАНҚЫЗЫ ҰЛБОСЫН	ТӘРБИЕШІ МЕН ТӘРБИЕЛЕНУШІ АРАСЫНДАҒЫ ӨЗАРА ҚАРЫМ-ҚАТЫНАСТАҒЫ ПСИХОЛОГИЯЛЫҚ ДЕНСАУЛЫҚТЫҢ РӨЛІ	**784**
БЕРЖЕМБАЕВА АЙГЕРІМ СЕРІКБАЙҚЫЗЫ	WAYS TO IMPROVE STUDENTS' COGNITIVE SKILLS IN TEACHING A FOREIGN LANGUAGE	**786**
ИСАБЕК САНДУҒАШ ДОҒДЫРБЕККЫЗЫ	THE PSYCHOLOGICAL IMPACT OF DIGITAL TECHNOLOGIES AND SOCIAL MEDIA ON ADOLESCENCE	**788**
ЕРБОЛҚЫЗЫ АЛТЫНАЙ	THE IMPORTANCE OF MEDICAL BIOLOGY IN HUMAN LIFE	**791**
АБИЛЬМАЖИНОВА Д.Ж.	USING A PROGRAMMABLE SDR-RECEIVER FOR TEACHING ADDITIONAL EDUCATION STUDENTS THE BASICS OF DIGITAL COMMUNICATION SYSTEMS	**793**
АБИЛЬМАЖИНОВА Д.Ж.	STUDYING THE PRINCIPLES' WORKING OPERATION OF ELECTRONIC SUPPRESSION DEVICES AT THE CLASSES OF THE ADDITIONAL EDUCATION CLUB IN RADIO ELECTRONICS IN THE DIGITAL URPAQ	**802**
АУЭЛБЕКОВА ГАВХАР УМУРБЕКОВНА	КІРІКТІРІЛГЕН САБАТАРДА ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ТАПСЫРМАЛАРДЫ ҚҰРУДЫҢ SMART ӘДІСІ	**814**
ЖУМАШЕВА Ж.Б.	DIGITAL EDUCATION: NEW TECHNOLOGIES IN SECONDARY EDUCATION	**817**
КАННАЗАРОВА ТІЛЕКТЕС КУАНЫШБАЙҚЫЗЫ	MATHEMATICS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE: NEW DIRECTIONS OF INTEGRATION	**822**
УМИРЗАКОВА МАЙРА АБДИКАРИМОВНА	THE CASE OF AN YOUNG HISTORIAN	**824**
KOMILJON MUROTMUSAEV	PSYCHOLOGICAL ASPECTS OF LEADERSHIP AMONG PSYCHOLOGY STUDENTS	**828**

BARNO RUSTAMOVA	MEASURES FOR IMPROVING PSYCHOLOGICAL SERVICES AT THE UNIVERSITY LEVEL	**829**
KOMILJON MUROTMUSAEV JAMHUR RAFIEV	SPECIFIC FEATURES OF PSYCHOLOGICAL COUNSELING WITH CONTRACTED MILITARY PERSONNEL	**830**
SH.E. TOLIBOVA X.G. SATTAROVA N.A. BAKHODIROVA Q.M. KHALIKOV	EVALUATION OF QUANTITATIVE CHANGES IN MICROELEMENTS IN THE BLOOD OF PATIENTS WITH CUTANEOUS LEISHMANIASIS	**831**
KOMILJON MUROTMUSAEV JURABEK ADILOV	PSYCHOLOGICAL FACTORS OF STRESS RESILIENCE IN MILITARY PERSONNEL DURING EXTREME SITUATIONS	**832**
KOMILJON MUROTMUSAEV JURABEK ADILOV	ASKERİ PERSONELLERİN AŞIRI DURUMLARDAKİ STRESİ VE ONUN TEŞHİSİ	**833**
KOMILJON MUROTMUSAEV JAMHUR RAFIEV	SÖZLEŞMELİ ASKERİ PERSONELDE PSİKOLOJİK DANIŞMANLIK UYGULAMA AŞAMALARI	**834**
FERANGIZ KHATAMOVA KOMILJON MUROTMUSAEV	EMOTIONAL INTELLIGENCE IN ADOLESCENTS AS AN IMPORTANT PSYCHOLOGICAL FACTOR	**835**
FERANGIZ KHATAMOVA KOMILJON MUROTMUSAEV	SOCIO-PSYCHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE DEVELOPMENT OF EMOTIONAL INTELLIGENCE IN SCHOOL ADOLESCENTS	**836**
IKRAM BOUFERA OURIDA CHOUITEH	VALORIZATION OF FRUIT WASTE FROM COLD STORAGE WITH THE EXTRACTION OF VEGETABLE OIL	**837**
EPHEMARI CLERIGO JEYLLAN ESPIRITU JERECHO FERMIN NINO GODOY BERNADETTE MELGAR LEONARDO MOJICO ANTONETTE VILLAMOR TOMAS BELANO ARVY OSMA	OCCUPATIONAL RISKS AND COPING STRATEGIES AMONG PHILIPPINE FOOD DELIVERY RIDERS: TRIANGULATED ANALYSIS	**838**
CATHERINE MANCE GERLIE ATIENZA HAZEL ANNE CUADRANTE DIANA ROSE MARJOLINO LUCENIO JR. PAGAL MIKE JOSHUA YANZON DANELLIE LLAMAS ARVY OSMA	ADOPTION IMPACT ON SUPPLY CHAIN: TRACKING AND MONITORING SYSTEMS	**840**
HADJER DIDOUH MOHAMMED HADJ MELLIANI	CORROSIVE BACTERIA ATTACHED TO CARBON STEEL USED IN OIL AND GAS COMPANY	**842**

ANDRÉ C. SANTOS **RAUL D.S.G. CAMPILHO**	PROPOSAL OF NUMERICAL METHODOLOGY FOR TUBULAR ADHESIVE JOINT DESIGN	**844**
INÊS R.S. ARAÚJO **RAUL D.S.G. CAMPILHO**	EXTENDED FINITE ELEMENT ANALYSIS OF ADVANCED ADHESIVE JOINTS FOR THE AERONAUTICAL INDUSTRY	**845**
FATIMA-EZZAHRAE BAMMOU **ESSALEH MOHAMED** **RACHID BOUFERRA** **LAHCEN ESSALEH** **YOUNES BAHAMMOU**	IMPROVING COMPRESSED EARTH BRICKS: MECHANICAL STRENGTH AND THERMAL EFFICIENCY	**846**
P C PRAVEEN KUMAR **K. VARSHINI** **K. AKSHAYA**	MICROSTRIP ANTENNA GAIN ENHANCEMENT USING NEAR ZERO REFRACTIVE INDEX METAMATERIALS	**847**
SOFIANE ALIRACHEDI **CHOUAFA MOHAMED** **BEDOUH YAZID** **FATMA ZOHRA MELLOUK** **LINDA SAILI** **OUAHAB RAHIM** **ARIF SALAH**	QSAR APPROACHES FOR THE DESIGN OF NOVEL ANTICANCER AGENTS: FOCUS ON ALKYLATING AGENTS	**848**
QARDAŞBƏYOVA NAİLƏ ADƏM	APPLICATION OF PHYSICS LABORATORIES IN THE ELECTRONIC LEARNING ENVIRONMENT	**849**
QARDAŞBƏYOVA NAILƏ ADƏM **QULIYEVA ADILƏ** **S.HƏSƏNOVA-ABDULLAYEVA**	TEMPERATURE DEPENDENCE OF THE THRESHOLD CURRENT OF GaAs LASERS	**850**
DEBABSA RAFIKA **GRARA NEDJOUD** **KHALDI FADILA**	AN HERBICIDE (SEKATOR)-INDUCED CHANGES IN LIVER BIOCHEMICAL MARKERS	**851**
CHOUAFA MOHAMED **ALIRACHDI SOFIANE** **TRIRAT TABET**	IMPROVING THE QUALITY OF RAW MATERIALS FROM NORTHEASTERN ALGERIA AND THEIR APPLICATION IN GLASSMAKING	**852**
JEZRILLE VALENZUELA **MARIA FRANCIA ALMAZAR** **CHARIE CAUDILLA** **ROCHELLE GAUPO** **ROY LAPIGUERA** **KRIS MORICO** **CHRISTIAN DAVE SAGUID** **CRISTY DACARA** **ARVY OSMA**	PATHWAYS TO PROFESSIONALIZATION: AN EXPLANATORY MIXED-METHODS STUDY OF BARRIERS TO PROFESSIONAL LICENSURE AMONG CUSTOMS ADMINISTRATION GRADUATES	**853**
ROZINA KHATTAK	DIELECTRIC PROPERTIES AND THEIR IMPACT ON THE KINETICS OF REDOX REACTIONS INVOLVING IONIC SPECIES IN MIXED SOLVENT SYSTEMS	**855**
ROZINA KHATTAK	ENHANCING THE STABILITY AND EFFICIENCY OF DYE-SENSITIZED SOLAR CELLS: A STUDY ON TERNARY SOLVENT	**856**

	SYSTEMS WITH DICYANOBIS(BIPYRIDYL)IRON(III)	
DR. AYESHA MALIK ISMA RAFIQ MUAHMMAD AOWN HASHMI	DESIGN AND SYNTHESIS OF VARIOUS METAL COMPLEXES DERIVED FROM FURAN AND 1,10-PHENANTHROLINE MIXED LIGANDS	**857**
ABDELBASSET TAMERSIT SOUMIA MOUFFOUK CHAIMA MOUFFOUK HAMADA HABA	EXTRACTION, ISOLATION AND IN VITRO ANTIOXIDANT ACTIVITY OF HALOGETON SATIVUS CRUDE EXTRACTS	**858**
M.V.KAZIMOV G.B. IBRAGIMOV	SYNTHESIS, CHARACTERIZATION, AND PERFORMANCE OF Sb 2 (S, Se) 3 BASED COMPOSITES	**859**
ABDELBASSET TAMERSIT SOUMIA MOUFFOUK CHAIMA MOUFFOUK HAMADA HABA	CYTOTOXICITY OF HALOGETON SATIVUS AND MOLECULAR DOCKING ANALYSIS OF BIOACTIVE CONSTITUENTS AGAINST CASPASE-3 ENZYME	**860**
ABDELBASSET TAMERSIT SOUMIA MOUFFOUK CHAIMA MOUFFOUK HAMADA HABA	ANTICANCER PHYTOSTEROLS FROM HALOGETON SATIVUS AS NATURAL INHIBITORS OF EGF RECEPTOR, AN IN SILICO APPROACH	**861**
ABDELBASSET TAMERSIT SOUMIA MOUFFOUK CHAIMA MOUFFOUK HAMADA HABA	PHYTOCHEMICAL INVESTIGATION AND IN SILICO ANTI-INFLAMMATORY ACTIVITY OF THE SPECIES HALOGETON SATIVUS	**862**
UMMY RUBAB	SYNTHESIS, CHARACTERIZATION AND BIOLOGICAL EVALUATION OF SUBSTITUTED TRIAZOLES	**863**
P C PRAVEEN KUMAR M NAGALALITHA R MAMATHA B VEDHA	A COMPACT LOW-PROFILE ANTENNA FOR MILLIMETER-WAVE 5G MOBILE PHONES	**864**
P C PRAVEEN KUMAR M MADHU K. RAJESH K. VAMSI KRISHNA B. DINESH REDDY	ON DESIGN OF A TRIPLE ELLIPTICAL SUPER WIDEBAND ANTENNA FOR 5G APPLICATIONS	**865**
P C PRAVEEN KUMAR U SRILAKSHMI G V PRIYANKA	A MICRO-SIZED RHOMBUS-SHAPED THZ ANTENNA FOR HIGH-SPEED SHORT-RANGE WIRELESS COMMUNICATION APPLICATIONS	**866**
P C PRAVEEN KUMAR G. THULAJA SHIVAANI UDUDALA SRUTHI	DESIGN OF 5G MIMO ANTENNA WITH METAMATERIAL	**867**
P C PRAVEEN KUMAR D THANUJA K. PALLAVI	MACHINE LEARNING-BASED TECHNIQUE FOR GAIN PREDICTION OF MM-WAVE MINIATURIZED 5G MIMO SLOTTED ANTENNA ARRAY WITH HIGH ISOLATION CHARACTERISTICS	**868**
P C PRAVEEN KUMAR T CHENNAKESHAVA C MANOHAR RAJU	WEARABLE MICROSTRIP PATCH ANTENNAS WITH DIFFERENT FLEXIBLE	**869**

PEDDAMARAM GIRISH KUMAR REDDY	SUBSTRATES FOR HEALTH MONITORING SYSTEM	
P C PRAVEEN KUMAR REDDYGARI SUSMITHA M.K.PRIYANKA	DESIGN OF COMPACT 28 GHZ ARC-SHAPED ANTENNA	**870**
HASSAN ZARIOUH ADIL ZEROUALI AMRI	SOME PROPERTIES OF THE JOINT NUMERICAL RANGE OF THE ALUTHGE TRANSFORM	**871**
ANWAR ALI SATHIO MUHAMMAD MALOOK RIND GHULAM AHMED	IOT-ENABLED INTERACTIVE DESIGN INVESTIGATION IN USER-CENTERED DESIGN INTERFACE	**872**
S. BENABDI M. AMANI K.DAHO D. MATMOUR M. LAREDJ D. BOUMENDIL	STROKES IN CHILDREN : CURRENT SITUATION IN THE PEDIATRIC EMERGENCY DEPARTMENT AT THE CANASTEL HOSPITAL	**873**
L.ADAMO F.EVOLO S.LEPORALE A.ANTONELLI N.CARRAI G.FERRI L.TESTARELLI M.GALLI G. MICCOLI R. PALUMBO L. LUCENTE	SCREW-RETAINED VS CEMENT RETAINED CR-CO-CERAMIC IMPLANT-SUPPORTED SINGLE CROWN: A RADIOGRAPHICAL, CLINICAL AND BIOCHEMICAL EVALUATION: A COHORT STUDY	**875**
CARRAI N. GHERARDI G. MACCARI E. FERRI G. MORGANTE A. AULETTA A. TESTARELLI L. DI NARDO D.	PRELIMINARY STUDY ON THE ADAPTABILITY OF A POST-CORE MADE WITH THE SLS METHOD COMPARED TO LOST WAX CASTING BACKGROUND	**876**
AMANY M. SHEBL GHADA HAMDAN HAMED	EFFECTIVENESS OF HOME PRENATAL CARE FOR WOMEN WITH HIGH-RISK PREGNANCIES	**878**
N. PROSPERI A. MORGANTE A. LUZI L. ADAMO M. CIANFRIGLIA E. MACCARI A. AULETTA C. BRAMUCCI R. ABBAGNALE D. DI NARDO L. TESTARELLI R. REDA	IMPLANT SURVIVAL RATE AND PROSTHETIC COMPLICATIONS OF FULL-ARCH IMPLANT-SUPPORTED FIXED PROSTHESES IN EDENTULOUS UPPER JAW: A COHORT STUDY	**879**
A. LUZI A. AULETTA A. ANTONELLI F. EVOLO N. PROSPERI G. GHERARDI V. MARTINI A. ZANZA S. LEPORALE	CLINICAL AND BIOCHEMICAL EVALUATION OF TWO DIFFERENT TYPES OF IMPLANT SCREW RETAINED SINGLE CROWNS	**880**

M. CIANFRIGLIA L. TESTARELLI R. REDA		
MERIEM. AMANI SALIHA. BENABDI DALILA BOUMENDIL	EPIDEMIOLOGICAL, CLINICAL AND EVOLUTIONARY PROFILE OF DIABETIC KETOACIDOSIS IN CHILDREN	**881**
ENGY ABDELRAHMAN KHAMIS	GENETIC TEST AWARENESS FOR BREAST CANCER AT-RISK WOMEN IN EGYPT	**882**
AHMET CEVİZ GÜRKAN ÖZDEN	THE ROLE OF THE NURSE IN NUTRITIONAL REHABILITATION IN INFLAMMATORY BOWEL DISEASES: LITERATURE REVIEW	**883**
AHMET CEVİZ RANA CEVİZ	IMPROVING NURSING CARE IN PAEDIATRIC PATIENTS WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE, COMPUTER VISION AND MACHINE LEARNING ASSISTED MONITORING APPLICATIONS	**894**
TUĞBA GÜNGÖR SENAY ŞENER İPEK MANCAR	EXAMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN NURSES' ATTITUDES TOWARDS EVIDENCE-BASED NURSING AND THEIR TENDENCY TO RESIST CHANGETITLE	**908**
SENAY ŞENER TUĞBA GÜNGÖR SIBEL TAŞDELEN	DETERMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN INDIVIDUAL INNOVATIVE CHARACTERISTICS OF NURSES AND THEIR ATTITUDES TOWARDS ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A CROSS-SECTIONAL STUDY	**910**
ZEHRA ÇAKIR MÜCAHIDE GÖKÇEN GÖKALP	UTILIZING CHAT-GPT WHILE PREPARING A NURSING CARE PLAN FOR MULTIPLE SCLEROSIS DISEASE	**912**
HÜLYA ERTEKİN SELMA AKSOY AHMET ARDIÇ	PERCEIVED STIGMA, AND QUALITY OF LIFE IN EPILEPSY PATIENTS: A CLINICAL STUDY	**914**
NURBATRISYIA SHARIFF MATILDA DAVID	BAKED GOODS: TRENDS VS FLOPS	**918**
JESSLINDA HAD KENEDDY CHIN FUI YEE VENISIA MAURES VIENNY BALAKRISHNAN CECELIA JAPANIS MARDHIAH MOKTAR	SUSTAINABLE SEATING: A STOOL MADE FROM PLASTIC BOTTLES, FABRIC WASTE, AND RECYCLED MATERIALS	**919**
DAPHNE GERALD JALIS	THE IMPACT OF CARTOONS: ENTERTAINMENT, EDUCATION, AND CULTURAL INFLUENCE	**920**
NUR NADIA NATASYA AHMAD ZAINUL ARIFI	THE ART AND BENEFITS OF PEDICURE: FOOT CARE, BEAUTY, AND WELLNESS	**921**
SYENDY ELY CHUA	CATS AS PETS: COMPANIONSHIP, HEALTH BENEFITS, AND RESPONSIBLE CARE	**922**

SUBATHRA PATRICK	BODY GOALS FOR WOMEN: HEALTH, CONFIDENCE, AND SUSTAINABLE FITNESS	**923**
BRENDA WOO YEN NIE	THE RICHNESS OF CHINESE CUISINE: TRADITION, FLAVOR, AND CULTURAL SIGNIFICANCE	**924**
MARY MAGDELINE UDING TERRENCE	VISUAL ARTS: EXPRESSING CREATIVITY, CULTURE, AND HUMAN EXPERIENCE	**925**
TRISHA INNOCENT	THE SCIENCE OF SKIN LOTION: HYDRATION, PROTECTION, AND SKIN HEALTH	**926**
ATHIRAH MARISHQA ADIE NASRI	THE ART OF CROCHETING: CREATIVITY, MINDFULNESS, AND COMMUNITY CONNECTION	**927**
KOMILJON MUROTMUSAEV KHODIHON MUHTOROV	PSYCHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE FORMATION OF COMMUNICATION CULTURE IN MILITARY PERSONNEL	**928**
ORZIGUL KUYLIYEVA KOMILJON MUROTMUSAEV	İLKOKUL ÖĞRENCİLERİNDE DUYGUSAL ZEKÂ GELİŞİMİNİN PSİKOLOJİK ÖZELLİKLERİ	**929**
ORZIGUL KUYLIYEVA KOMILJON MUROTMUSAEV	İLKOKUL ÇAĞINDAKİ ÇOCUKLARDA DUYGUSAL ZEKÂNIN DANS VE HAREKET EGZERSİZLERİ YOLUYLA GELİŞTİRİLMESİ	**930**
GUZAL MASSADIKOVA	3D COMPUTER DESIGNS USED IN ERGONOMIC CLOTHING	**931**
ALINA SOLNYSHKINA	MENTAL HEALTH AND TECHNOLOGIES OF SELF-CARE FOR SOCIAL WORKERS	**933**
SEDDIK KEBBAL RÉDHA BELALA NORA MIMOUNE	RELATIONSHIP BETWEEN MILKING HYGIENE PRACTICES AND MASTITIS	**936**
RÉDHA BELALA SEDDIK KEBBAL NORA MIMOUNE	MANAGEMENT OF CANINE TRANSMISSIBLE VENEREAL TUMORS	**937**
ASAMOAH OPPONG ZADOK	THE IMPACT OF CONSUMER DEMAND ON THE GROWTH AND SUSTAINABILITY OF LOCAL FOOD SYSTEMS IN THE U.S.	**938**
VICTORIA FOLAKEMI AKINJOGUNLA SALAKO JAMIU OLATOYE	PREVALENCE AND ORGAN-SPECIFIC DISTRIBUTION OF PSEUDOMONAS SPP. IN CLARIAS GARIEPINUS AND OREOCHROMIS NILOTICUS FROM THE SUDAN SAVANNA REGION: A CASE STUDY FROM GALADIMA FISH MARKET, KANO STATE, NIGERIA	**939**
MELLOUK FATEMA ZOHRA BOUCHAALA LAID AFRI AMIRA GRARA NEDJOUD HOUHAMDI MOUSSA	COMPARATIVE EVALUATION OF THE ANTIBACTERIAL EFFECTIVENESS OF PHARMACEUTICAL PRODUCTS MARKETED IN ALGERIA: A STUDY OF TRANSIENT SKIN FLORA	**945**

AMANY MOHAMMED SHEBL KARIMAFOUAD ELSHAMY ZEINAB IBRAHIM ABOZEID	IMPACT OF IMPLEMENTING MEDICATION ADMINISTRATION TRAINING PROGRAM ON NURSES' PERFORMANCE AND PATIENTS' SAFETY AT MAIN MANSOURA UNIVERSITY HOSPITAL	**946**
БАЗАРҒАЛИЕВА НАЗЕРКЕ	THE SIGNIFICANCE OF CHOOSING A PROFESSION IN ONE'S LIFE	**947**
Ж.М.БҰХАРБАЕВА Ж.М.ЕРАЛИЕВА Қ.М.БУКАРБАЕВ	EFFECT OF INDOLE-3-ACETIC ACID (IAA) ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF BEAN (PHASEOLUS)	**949**
БЕЛЕК АЙНУР ШОМШЕКБАЙҚЫЗЫ	THE IMPORTANCE OF EMOTIONAL INTELLIGENCE IN HUMAN LIFE	**960**
БАЗАРБАЙҚЫЗЫ ЖАНСАЯ	MATHEMATICS AND DIGITAL LITERACY	**962**
YENLİK TURSUNOVA	SHATYRGUL MOTIF IN KAZAK RUGS: AN ANALYSIS OF THE WEAVING TRADITION IN THE KYZYLORDA REGION	**964**
SABUHI IBRAHIMOV	THE BIRTH AND DEVELOPMENT OF MEDICAL SCIENCE IN NAHCHIVAN, A PART OF THE TURKISH WORLD	**973**
IBRAGIMOVA AYNUR MASIM DR. FERIDE SAFAROVA AKIF	ZEHİRLİ BİTKİLER VE BAL ÜRETİMİ	**979**
SUNAKBAEVA D.K. AYDARBEKOVA J.K.	EFFECTIVE TECHNOLOGIES FOR THE PRODUCTION OF BIOGAS USING LOCAL RAW MATERIALS	**984**
EMİRE ELMAS	NITROGEN DYNAMICS in PANCRATIUM MARITIMUM L. and LEUCOJUM AESTIVUM L.: A COMPARATIVE ANALYSIS in RELATION to PHENOLOGICAL STAGES	**985**
АМАНГЕЛЬДЫ НУРГУЛЬ	ОСТ РАСТЕНИЙ ОСОТА ОГОРОДНОГО (SONCHUS OLERACEUS L.) И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЕГО НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ В КАЗАХСТАНЕ	**987**
SUDE BOLAT ELA AYŞE KÖKSAL	WATERCOLOR FROM HOUSEHOLD WASTE	**1001**
SH.E. TOLIBOVA KH.G. SATTAROVA K.M. KHALIKOV	MOLECULAR-GENETIC ANALYSIS OF CUTANEOUS LEISHMANIASIS PATHOGENS IN THE URGUT DISTRICT OF SAMARKAND REGION	**1010**
AMANY M. SHEBL ZAKİ M. ELKALASHY GHADA H. HAMED ABEER R. KABEEL	IMPACT OF MEDICAL RECORD PRACTITIONERS ON HEALTHCARE QUALITY	**1011**

INVESTIGATION of THE WELDIBILTY of ABS PLUS and PA6 GF30 SHEETS by FRICTION STIR WELDING

ABS Plus ve PA6 GF30 LEVHALARIN SÜRTÜNME KARIŞTIRMA KAYNAĞI ile BİRLEŞTİRİLEBİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ

Eray SEZER[1], Oğuz KOÇAR[2], Nergizhan ANAÇ[3], Furkan PARMAKSIZ[4]

[1]Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Zonguldak, Türkiye, ORCID:0000-0003-1901-9169

[2]Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Zonguldak, Türkiye, ORCID: 0000-0002-1928-4301

[3]Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Zonguldak, Türkiye, ORCID: 0000-0001-6738-9741

[4]Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Zonguldak, Türkiye, ORCID: 0000-0001-7002-9157

Özet

Son yıllardaki birçok gelişmeye rağmen 3B yazıcılarda tabla boyutlarındaki sınırlamalar devam etmektedir. Bu sebepten ötürü büyük ebatlı ürün üretmek için halen parçaların birbiriyle birleştirilmesi zorunludur. Araştırmacılar 3B yazıcılarda kullanılan mühendislik polimerlerinin mukavemetini artırmak için sürekli olarak yeni kompozit filamentler üretmektedirler. Geliştirilen her yeni filament malzemesinin birleştirme işlemlerinde gösterdiği performans farklıdır. Özellikle mekanik dayanıklılık ve sertlik gerektiren mühendislik uygulamalarında kullanılan Poliamid (PA) gibi malzemelerin güçlendirilerek 3B yazıcıda basılabilmesi ile kullanıma hazır nihai ürün elde etmek mümkün olmuştur. Böylece, ürün geliştirme döngüsünde zaman ve maliyet kayıpları en aza inmektedir.

Bu çalışmada iki farklı ticari filament ABS Plus (Akrilonitril Bütadien Stiren Plus) ve PA6 GF30 (%30 cam elyaf takviyeli poliamid) kullanılmış ve 3B yazıcıda %100 doluluk oranında numuneler üretilmiştir. Numuneler ABS Plus/ABS Plus, ABS Plus/ PA6 GF30 ve PA6 GF30/ PA6 GF30 malzeme çiftleri olarak sürtünme karıştırma kaynağı (SKK) ile birleştirilmiştir. Kaynak işlemleri; üç farklı karıştırıcı uç profili (kare, üçgen ve vida) kullanılarak üç farklı ilerleme hızında (20, 40 ve 60 mm/dak) ve üç farklı takım dönme hızında (1750, 2000 ve 2250 dev/dak) gerçekleştirilmiştir. Kaynak mukavemetinin değerlendirilmesi için çekme testleri ve sertlik ölçümleri tamamlanmıştır. Son olarak, kaynak bölgesinden görüntüler alınarak kaynak hatalarının görsel incelemesi yapılmıştır. ABS Plus-ABS Plus ve ABS Plus-PA6 GF 30 plakaların birleştirilmesinde en yüksek kaynak mukavemeti üçgen uç geometrisi, 20 mm/dak takım ilerleme hızı ve 1250 dev/dak takım dönme hızında sırasıyla 34.45 MPa ve 40.56 MPa, PA6 GF 30-PA6 GF 30 plakaların birleştirilmesinde ise en yüksek kaynak mukavemeti kare uç geometrisi, 20 mm/dak takım ilerleme hızı ve 1250 dev/dak takım dönme hızında 49.02 MPa olarak belirlenmiştir. Ayrıca SKK sırasında ortaya çıkan ısı 170.66°C-247.98°C arasında ölçülmüştür.

Anahtar Kelimeler: 3B yazdırma, Cam fiber katkılı PA, ABS Plus, Sürtünme karıştırma kaynağı, Mekanik özellikler

Abstract

Despite numerous advancements in recent years, limitations in build platform sizes remain a challenge in 3D printing. As a result, assembling multiple parts is still necessary for manufacturing large-scale products. Researchers continuously develop new composite filaments to enhance the strength of engineering polymers used in 3D printing. However, each newly developed filament material exhibits varying performance in joining processes. Particularly, the reinforcement of materials such as Polyamide (PA), which are commonly used in engineering applications requiring mechanical strength and rigidity, has enabled the production of ready-to-use final products through 3D printing. Consequently, time and cost losses in the product development cycle are minimized.

In this study, two different commercial filaments, ABS Plus (Acrylonitrile Butadiene Styrene Plus) and PA6 GF30 (30% glass fiber-reinforced polyamide), were used to fabricate specimens with 100% infill density in a 3D printer. The specimens were joined using friction stir welding (FSW) with the following material pairings: ABS Plus/ABS Plus, ABS Plus/PA6 GF30, and PA6 GF30/PA6 GF30. The welding process was carried out using three different tool pin profiles (square, triangular, and threaded) at three different welding speeds (20, 40, and 60 mm/min) and three different tool rotation speeds (1750, 2000, and 2250 rpm). To assess the weld strength, tensile tests and hardness measurements were conducted. Additionally, optical microscopy was used to analyze weld defects by capturing images of the welded regions.

The highest weld strength for ABS Plus/ABS Plus and ABS Plus/PA6 GF30 joints was obtained using a triangular pin geometry, a welding speed of 20 mm/min, and a tool rotation speed of 1250 rpm, yielding values of 34.45 MPa and 40.56 MPa, respectively. For PA6 GF30/PA6 GF30 joints, the maximum weld strength of 49.02 MPa was achieved using a square pin geometry, a welding speed of 20 mm/min, and a tool rotation speed of 1250 rpm. Furthermore, the temperature generated during the FSW process was measured in the range of 170.66°C to 247.98°C.

Keywords: 3D printing, Glass fiber reinforced PA, ABS Plus, Friction stir welding, Mechanical properties

1. GİRİŞ

Eklemeli imalat yöntemlerinden biri olan 3B yazıcılar ile parça imalat tekniği, talaş kaldırmaya gerek olmaksızın malzemelerin katman katman üst üste eklenmesiyle üç boyutlu nesnelerin veya geometrilerin elde edilmesidir. 3B yazıcılar başlangıçta sadece prototip üretmek amacıyla kullanılsa da şimdilerde nihai ürün elde edilebilmekte ve geleneksel üretim teknikleriyle imalatı zor veya imkânsız olan parçalar üretilmektedir. Enerji, maliyet ve zaman tasarrufu avantajlarıyla gıda, hobi, mimari tasarım ve makine gibi birbirinden farklı birçok sektörde çeşitli amaçlarla kullanılırlar. 3B yazıcılarda biyolojik kökenli veya petrol bazlı filament adı verilen sarf malzemeler, ana materyallerdir. Çoğunlukla polilaktik asit (PLA) ve akrilonitril bütadien stiren (ABS) filamentler kullanılsa da çok farklı türleri (PP-polipropilen, PETG-polietilen tereftalat glikol, TPU-termoplastik poliüretan ve PA-poliamid vb.) bulunmaktadır. Son yıllarda filament malzemelerindeki gelişmeler sayesinde dayanımı yüksek parça basımı mümkün olmuştur. Cam fiber ve karbon fiber katkılar sayesinde güçlendirilen yazıcı filamentleri bu özellikleri sayesinde özellikle mühendislik alanında dikkat çekmektedirler. Mühendislik uygulamalarında beklenti, düşük maliyetle birlikte parça mukavemetinin ve

çalışma performansının yüksek olmasıdır. Fiber takviyeli polimer kompozit malzemeler, çeşitli endüstriyel uygulamalarda tercih edilmektedirler (Erhan Karatas 2024). Bu nedenle eklemeli imalat ile ilgilenen araştırmacılar, 3B katkılı mühendislik plastiklerinin üretimi veya birleştirilmesi hakkında çeşitli çalışmalar yapmaktadır (Kámán et al., 2024; Pervaiz et al., 2021).

Altun ve Sekban çalışmalarında (Altun & Sekban, 2023) PLA'ya %5, %10 ve %15 oranlarında cam lifi ekleyerek 3B yazıcı filamenti üretmişlerdir. Bu filamentten üretilen parçaların çekme dayanımı, eğilme dayanımı ve darbe direnci ölçülmüş ve katkısız PLA ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar PLA'ya %5 cam lifi katkısı çekme dayanımında %28, eğilme dayanımında %24 artış olduğunu göstermiştir. Cam lifinin %10 eklenmesi durumunda darbe direnci %8,6 artmış, %15 olduğunda ise mekanik dayanımda azalma görülmüştür. Varsavas ve Kaynak çalışmalarında (Varsavas & Kaynak, 2018) PLA malzemeye ağırlıkça % 5, 10, 15 ve 20 oranlarında cam fiber ilave etmişlerdir. Sonuç olarak %15 cam elyaf katkısına kadar homojen bir dağılım olduğunu ve bu oranın artmasıyla kompozitlerin mekanik özelliklerinde düşüş gözlemlediklerini belirtmişlerdir. Bodaghi vd. (Bodaghi et al., 2023) farklı miktarlarda öğütülmüş (%5, %10 ve %15) E-cam elyafı ile güçlendirilmiş ABS filament ile dişliler basmışlardır. Cam elyaf takviyeli ABS dişlilerin katkısız ABS'den yazdırılmış dişlilere kıyasla sertlik, mukavemet ve aşınma açısından yüksek performans ortaya koyduğu görülmüştür.

Benal vd. çalışmalarında (Benal et al., 2022), ABS malzemeye üç farklı ağırlıkta (% 0, 15 ve 30) cam elyaf takviyesi ekleyerek eriyik biriktirme yöntemi ile ürettikleri kompozitlerin morfolojik ve mekanik özelliklerini incelemişlerdir. Cam fiber katkılı kompozitler ile katkısız ABS'nin yüzey pürüzlülüğü, çekme ve darbe dayanımları gibi mekanik özelliklerini karşılaştırmışlardır. Darbe dayanımı ve çekme dayanımının cam elyafı katkısıyla iyileşme gösterdiği ve yapı yönü boyunca yüzey pürüzlülüğünün azaldığı bulunmuştur. Bir başka çalışmada (Lobov et al., 2024) elyaflarla güçlendirilmiş ABS filamentinin kullanımının elastik modül ve çekme mukavemeti gibi mekanik özellikleri önemli ölçüde iyileştirebileceği ifade edilmiştir. Tanabi (Tanabi, 2021) eriyik biriktirme tekniği kullanılarak üretilen cam elyaf takviyeli PA6 malzemelerin, ABS malzemelere göre %56 ve %59'a kadar daha yüksek sertlik ve mukavemet gösterdiğini söylemiştir. Hartomacioğlu (Hartomacioğlu, 2024) saf PA 6, %15 karbon fiber katkılı PA ve %30 cam fiber katkılı PA malzemelerden üretilen numunelerin darbe dayanımlarını incelemiştir. En yüksek darbe dayanım değerlerinin sırasıyla saf PA6, PA6GF30 ve PA6 CF15 malzemesinden elde edildiğini raporlamıştır.

Literatürde cam elyafı takviyesinin PLA (Huda et al., 2006; Ismail et al., 2023; Jaszkiewicz et al., 2013; Lin et al., 2014; Lu et al., 2016) ve ABS içinde kullanımı bulunmasına rağmen PA'de kullanımı oldukça yeni ve sınırlıdır. Bu durumdan ötürü, cam fiber katkılı PA malzemelerin birleştirilmesiyle ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. 3B yazıcılarda üretilen parçaların yapıştırma ve kaynak gibi çeşitli yöntemlerle birleştirilmesi sayesinde büyük boyutlu parçalar elde edilebilmektedir.

Bu çalışmada iki farklı ticari filament (ABS Plus ve PA6 GF30) kullanılarak 3B yazıcıda %100 doluluk oranında plakalar hazırlanmıştır. Plakalar üç farklı ilerleme hızında (20, 40 ve 60 mm/dak), üç farklı takım dönme hızında (1750, 2000 ve 2250 dev/dak) ABS Plus/ABS Plus, ABS Plus/ PA6 GF30 ve PA6 GF30/ PA6 GF30 kombinasyonlarında sürtünme karıştırma kaynağı ile birleştirilmiştir. Kaynaklı birleştirmelerin mekanik özelliklerini değerlendirmek için çekme testleri yapılmıştır. Sonuçlar karşılaştırılarak aralarındaki farklılıklar değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Çalışma kapsamında ABS Plus ve PA6 GF30 filament olmak üzere iki farklı filament çeşidi kullanılmıştır. Bu filamentlerden ABS (Akrilonitril Bütadien Stiren), düşük maliyeti ve iyi mekanik özellikleri sayesinde 3B yazıcılarda kullanılan çok popüler bir malzemedir. Ayrıca ABS filamentler aşınmaya karşı direnç, tokluk ve darbe direnci gibi özellikleriyle ön plana çıkmaktadır (Żur et al., 2020). Çalışmada kullanılan filamentlerden biri eSUN (Shenzen, China) markalı 2.85 mm çapında ABS Plus malzemedir. ABS Plus, standart ABS filamentin çekme ve eğilme mukavemeti gibi bazı mekanik özelliklerinin geliştirilmiş bir varyasyonudur (Vairis et al., 2016; Vidakis et al., 2019). ABS Plus filamentin mekanik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. eSUN ABS Plus filamentin mekanik özellikleri (eSUN, 01 Nov 2021).

ABS Plus Filamentin Mekanik Özellikleri	
Yoğunluk (g/cm^3)	1.06
Çekme Dayanımı (MPa)	40
Kopma Uzaması (%)	30
Eğme Dayanımı (MPa)	68
Eğme Modülü (MPa)	1203

Çalışmada kullanılan diğer bir filament ise BASF (Ludwigshafen, Almanya) üreticisinin 2.85 mm çapındaki Ultrafuse PA6 GF30 malzemesidir. PA6 GF30 filament, kısa cam elyaflarla güçlendirilmiş poliamid bazlı bir kompozit filament çeşididir. Bu filamentler poliamidin üstün özelliklerinin yanı sıra %30 oranında cam elyaf katkısıyla yüksek mukavemet, iyi kimyasal direnç ve yüksek UV dayanım gibi özellikler kazanmaktadır (Tanabi, 2021). Filamentin mekanik özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. BASF Ultrafuse PA6 GF30 filamentin mekanik özellikleri (Basf, 12.08.2024).

PA6 GF30 Filamentin Mekanik Özellikleri	
Yoğunluk (g/cm^3)	1.36
Çekme Dayanımı (MPa)	78.3
Kopma Uzaması (%)	2.2
Eğme Dayanımı (MPa)	147.4
Eğme Modülü (MPa)	4694

2.2. Yöntem

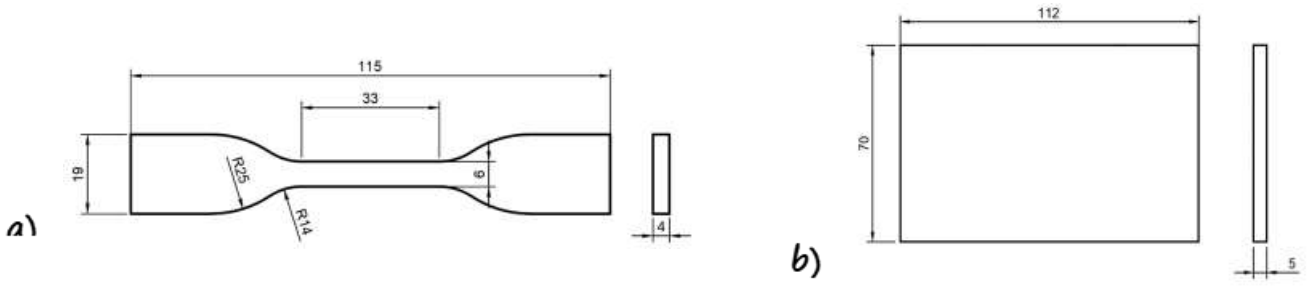
Deneysel çalışmada eklemeli imalat yöntemlerinden 3B yazdırma işlemiyle numune üretimi gerçekleştirmiştir. Çalışmada FDM (Fused Deposition Modeling) yöntemiyle baskı yapan Ultimaker S5 model yazıcı kullanılmıştır. Ultimaker S5 yazıcı sıradan kartezyen yazıcıların aksine baskı kafası 2 eksende hareket eden CoreXY tipi bir yazıcıdır. Bu tip yazıcılarda 3D baskı işlemi daha stabil ve hızlı bir biçimde gerçekleşmektedir (Mulyanto et al., 2022).

Ultimaker S5'in hotend kısmı birlikte veya bağımsız olarak çalışabilen 2 adet baskı hücresinden oluşmaktadır. Bu sayede, farklı türde malzemeler aynı parça içinde veya aynı tabla üzerinde farklı parçalarda kullanılabilir. Bu baskı hücrelerinin kullanılacak malzemenin türüne göre geliştirilmiş farklı tipleri mevcuttur. Çalışmada iki farklı baskı hücresi kullanılmıştır. ABS Plus parçaların baskısı 0.4 mm nozül uçlu standart Ultimaker AA tip baskı hücresiyle gerçekleştirilirken, PA6 GF30 parçaların basımında 0.4 mm nozül uçlu Ultimaker CC tip baskı hücresi kullanılmıştır. CC tip baskı hücresi yüksek sıcaklara çıkabilen ayrıca sertleştirilmiş çelik nozül ucuyla aşındırıcı malzemelere karşı dirençli bir baskı hücresidir. Kompozit filmanet içindeki cam fiber katkısının aşındırıcı özelliğinden ötürü bu tip bir yazdırma hücresi tercih edilmiştir (Doğru et al., 2024; Ultimaker, 01.01.2025).

Çalışmada kullanılan malzemelerin mekanik özelliklerinin tespiti amacıyla ASTM D638-10 Tip IV standardına uygun, 4 mm kalınlığında çekme numuneleri üretilmiştir. Ayrıca SKK işlemi için 112x70x5 mm ölçülerinde SKK plakaları üretilmiştir. Deney numunelerinin tamamı %100 doluluk oranındadır. Şekil 2'de numunelerin teknik çizimleri gösterilmektedir. Parça tasarımlarının tamamı Solidworks 2023 bilgisayar destekli tasarım programıyla yapılmış ardından STL formatına çevrilmiştir. Üretilecek numunelerin 3 boyutlu dilimleme işlemi Ultimaker Cura 5.7.0 programı kullanılarak gerçekleşmiştir. Numuneler yatay oryantasyonda, desteksiz biçimde, en geniş yüzlerinden biri tablaya temas edecek şekilde üretilmiştir. Çalışmada kullanılan numunelerin üretimi Tablo 3'te verilen baskı parametreleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3. 3B yazdırma işleminde kullanılan basım parametreleri (Basf, 12.08.2024; eSUN, 01 Nov 2021).

Baskı Parametreleri		
Filament Türü	**ABS Plus**	**PA-GF30**
Katman Kalınlığı (mm)	0.2	0.2
Parça Doluluk Oranı (%)	100	100
Nozül Sıcaklığı (°C)	245	260
Tabla Sıcaklığı (°C)	90	70
Yazdırma hızı (mm/sn)	45	45



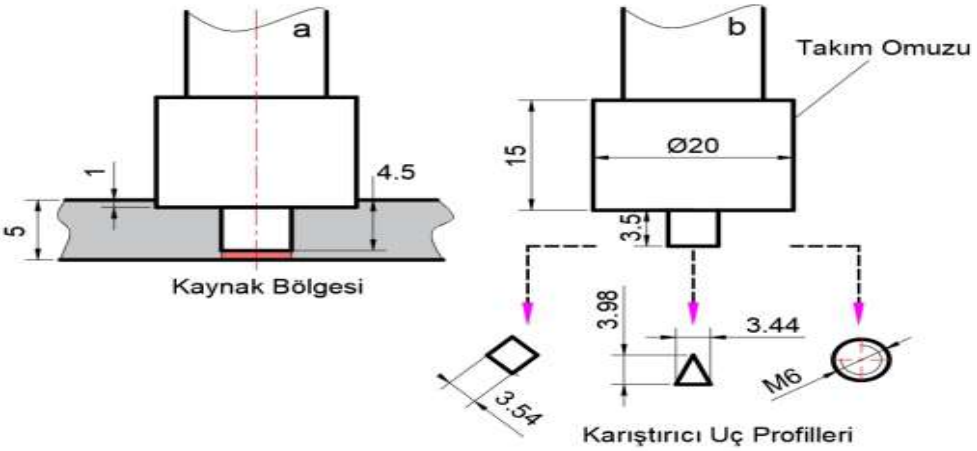
Şekil 2. Üretilen numunelerin teknik çizimleri (tüm boyutlar mm cinsindendir).

Çekme numunelerin üretimi ve SKK işlemi ardından hem referans malzemelerin hem de kaynaklanmış numunelerinin mekanik dayanımlarının tespiti amacıyla numunelere çekme testi uygulanmıştır. Çekme testleri, 5 kN kapasiteli WDW-5 model üniversal çekme cihazında, 2 mm/dak çekme hızında, oda sıcaklığında ve 3 tekrarlı olarak yapılmıştır. Ayrıca üretilen

referans malzemeler üzerinden ASTM D2240 standardına uygun olarak sertlik ölçümü gerçekleştirilmiştir. Sertlik ölçümleri Loyka marka Shore D sertlik test cihazı (Guangdong, Çin) kullanılarak 5 tekrarlı olarak yapılmıştır.

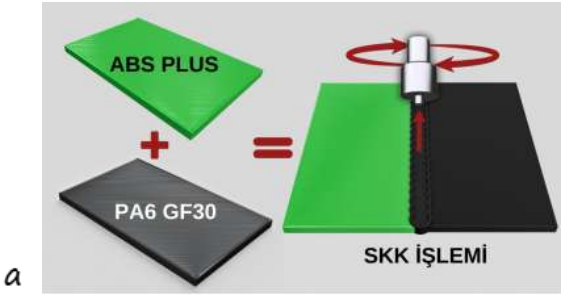
2.3. Sürtünme Karıştırma Kaynak Parametreleri

Şekil 3 a'da parça kalınlığı (5 mm), omuz ve karıştırıcı uç batma derinliği (4.5 mm) ve omuz batma derinliği (1 mm), Şekil 3 b'de karıştırıcı uç profilleri (kare, üçgen ve vida), karıştırıcı uç yüksekliği ve takım omuz ölçüleri verilmiştir.

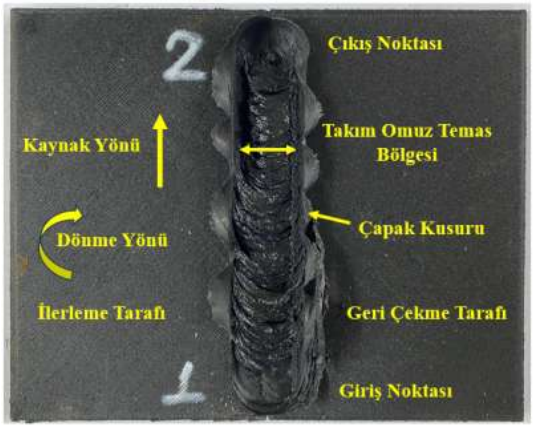


Şekil 3. SKK için a) kaynak parametreleri, b) karıştırıcı uç ve omuz ölçüleri

Şekil 4 a'da omuz ve takım batma derinliği ve Şekil 4 b'de karıştırıcı uç geometrisi ve omuz ölçüleri verilmiştir. Şekil 4'de takım giriş ve çıkış noktaları, takım omuz temas bölgesi, takım dönüş yönü, ilerleme tarafı, geri çekme tarafı, kaynak yönü, takım dönme yönü ve çapak kusuru gösterilmiştir. Takım giriş ve çıkış noktalarında oluşan anahtar deliği ve çıkış deliği hataları, takım omuz kenarlarında oluşan malzeme yığılması (çapak hatası) SKK'da en çok karşılaşılan kaynak hatalarıdır (Rao et al., 2017). Takım, giriş noktasından 20 mm/dak ilerleme hızıyla z ekseninde 4.5 mm parçaya batmıştır. Ayrıca karıştırıcı uç batma derinliğine ulaştığında kaynak için gerekli ısının oluşması için 10 saniye bekletilmiştir. SKK sırasında kullanılan diğer ekipman plakaların hareketini engelleyen bağlama kalıbıdır. FSW sırasında, takım plakaları birbirinden ayırmaya zorladığı için plakaların sabitlenmesi gerekmektedir. Bunun için özel bir kalıp tasarımı ve uygun bağlantı elemanları kullanılmalıdır. Son olarak FSW işleminin gerçekleştirilmesi için uygun bir tezgâh gerekmektedir. Yapılan çalışmada 18 kw güç, maksimum 12 000 dev/dak devir sayısı ve tabla büyüklüğü ø630 mm olan Spinner U630 CNC dik işleme merkezi kullanılmıştır.



a



Şekil 4. SKK işleminin şematik gösterimi (a) ve temel kavramlar (b).

2.4. Deney Tasarımı

SKK'da kaynak kalitesi, işlem parametrelerinden doğrudan etkilenmektedir. Literatürde işlem parametrelerinin kaynak kalitesine etkisini belirlemek için takım ilerleme hızı (Koçar et al., 2024), takım omuz şekli (Devuri et al., 2014; Sun et al., 2018), takım omuz yüzeyi (Hou et al., 2022), karıştırıcı uç geometrisi (Darmadi & Talice, 2021; Kumar & Chander, 2021; Sharma et al., 2018), takım dönme hızı (Hynes & Velu, 2018; Lombard et al., 2009; Rajakumar et al., 2011), takım dalma hızı, takım eğim açısı (Arici & Selale, 2007), takım malzemesi ve takım tasarımı (Arici & Selale, 2013; Bhardwaj et al., 2019; Hovanski et al., 2015) incelenmiştir. Kaynak kalitesinin işlem parametrelerinden etkilenmesinin sebebi, işlem parametrelerinin SKK işlemi sırasında oluşan ısı miktarında önemli rol oynamasıdır. Kaynak bölgesindeki malzeme akışı ve malzemenin birbirine düzgün şekilde karışması, kaynak sırasında oluşan ısı miktarına bağlıdır. Ortaya çıkan ısının az olması malzemenin yetersiz plastikleşmesine neden olurken, ısının gereğinden fazla olması ise aşırı plastikleşmeye ve malzemenin kaynak bölgesinden taşmasına sebep olmaktadır (Nergizhan et al., 2024).

Yapılan çalışmada, kaynak bölgesinde oluşan ısı miktarını etkileyen önemli parametrelerden olan takım ilerleme hızı ve takım dönme hızı deney değişkeni olarak kullanılmıştır (Bhardwaj et al., 2019; Zhang et al., 2012). Ayrıca farklı takım geometrilerinin kaynak kalitesine olan etkilerini incelemek için silindirik (Buffa et al., 2016; Kumar et al., 2019; Kumar, Singh, & Ahuja, 2020), vida (Kumar et al., 2019; Rezgui et al., 2010), konik (Kumar, Singh, Ahuja, et al., 2020; Senthil & Kumar, 2022), kare (Hajideh et al., 2017; Sharma et al., 2018; Terra & Silveira, 2021), üçgen (Khalaf et al., 2022; Sharma et al., 2018) geometrileri kullanılmıştır. Bu çalışmalar incelendiğinde, yapılan çalışmada kullanılacak takım geometrileri üçgen, kare ve vida olarak belirlenmiştir.

Tablo 4'de ABS Plus ve PA6 GF30 malzemelerin SKK ile birleştirilebilirliğini incelemek için kullanılan işlem parametreleri verilmiştir. SKK işlem parametreleri üç farklı karıştırıcı uç geometrisi (üçgen, vida ve kare), iki farklı malzemenin kombinasyonları (ABS Plus /ABS Plus, PA6 GF30/PA6 GF30 ve ABS Plus /PA6 GF30), üç farklı takım ilerleme hızı (20, 40 ve 60 mm/dak) ve üç farklı takım dönme hızı (1250, 1750 ve 2250 dev/dak) seçilmiştir.

Tablo 4. SKK işlem parametreleri

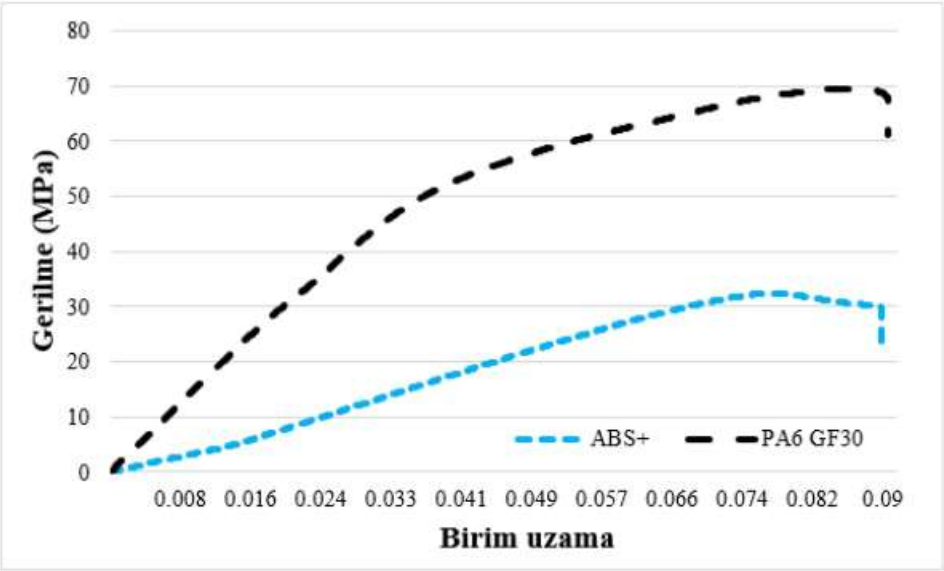
Karıştırıcı Geometrisi	Uç	Malzeme	Takım İlerleme Hızı (mm/dak)	Takım Dönme Hızı (dev/dak)
Üçgen			20	1250
Vida		ABS Plus	40	1750
Kare		PA6 GF30	60	2250

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan çalışmada iki farklı filament malzemesi (ABS Plus ve PA6 GF30) kullanılarak numuneler 3D yazıcıda hazırlanmıştır. Plakalar %100 doluluk oranında ve 0° oryantasyonda basılmıştır. Hazırlanan plakalar üç farklı ilerleme hızında (20, 40 ve 60 mm/dak), üç farklı takım dönme hızında (1750, 2000, 2250 dev/dak) ABS Plus/ABS Plus, ABS Plus/ PA6 GF30 ve PA6 GF30/ PA6 GF30 malzeme çifti kombinasyonlarında sürtünme karıştırma kaynağı ile birleştirilmiştir. Birleştirmelerin kaynak mukavemetleri değerlendirilmek için çekme testi yapılmıştır. Son olarak kaynak yapılan numunelerin kaynak hataları kaynak bölgesinden görüntüler alınarak incelenmiştir.

3.1. Filamentlerin Mekanik Özellikleri

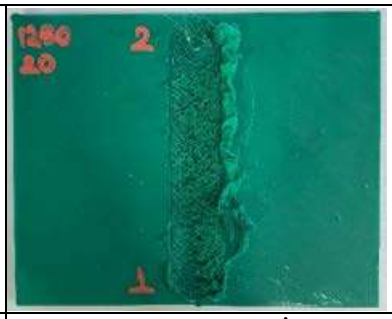
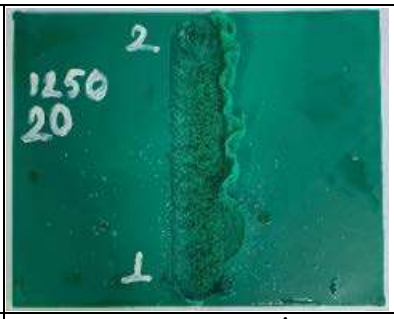
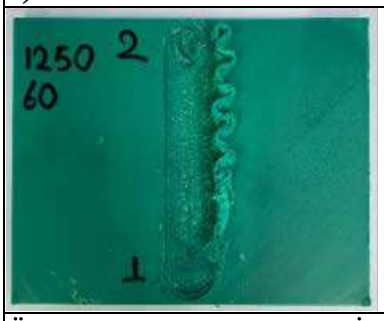
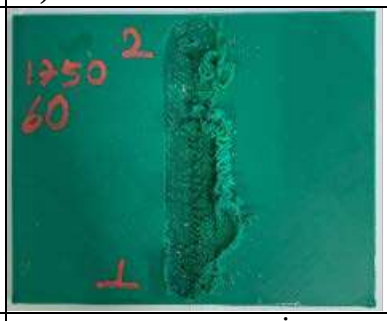
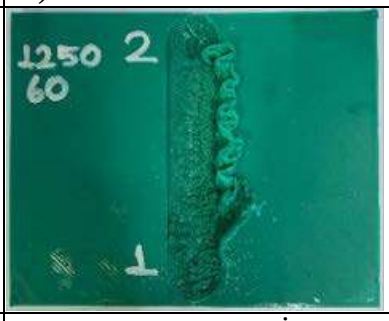
Filament malzemelerin (ABS Plus ve PA6 GF30) mekanik özelliklerini belirlemek için üç tekrarla çekme testi (Şekil 5) ve beş tekrarla Shore D sertlik ölçümleri yapılmıştır. Çekme testi sonucunda çekme mukavemetleri ABS Plus için 31.85±0.95 MPa, PA6 GF30 için 69.47±2.72 MPa olarak belirlenmiştir. PA6 GF 30 malzemenin ABS Plus'a göre ortalama mukavemet değeri %218.1 oranında yüksek çıkmıştır. Bununla beraber ABS Plus ve PA6 GF30 birim uzamaları birbirine yakındır. Shore D sertlik değerleri ABS Plus için 79.5±2.6 ve PA6 GF30 için 74.5 ± 1.7 olarak ölçülmüştür. Cristea et al. ABS malzemelerde eklemeli imalat parametrelerinin mekanik özelliklere etkisi ile ilgi çalışmalarında ABS'nin sertliğini 77 Shore D (Cristea et al., 2019) bulurken, Yilmaz PA6'ya eklenen karbon fiber ve cam fiber katkılarının etkisini incelediği çalışmada cam fiber katkılı PA6 malzemenin sertliğini 66.3 Shore D ve PA6'nın sertliğinin 63.3 Shore D (Yilmaz, 2024) olarak raporlamıştır. Bu iki çalışmadaki Shore D sertlik değerleri bu çalışmadaki verilerle benzerlik göstermektedir.



Şekil 5. ABS Plus ve PA6 GF30 gerilme-birim uzama grafiği

3.2. Kaynak Bölgesinin Gözle Muayenesi

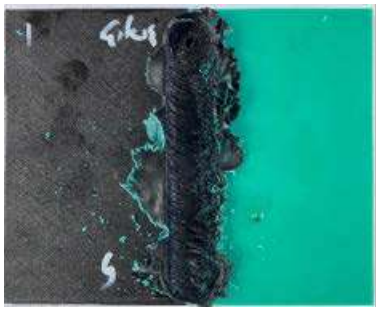
Şekil 6, Şekil 7 ve Şekil 8'de ABS Plus-ABS Plus, ABS Plus-PA6 GF30 ve PA6 GF30-PA6 GF30 parçaların SKK sonrası görüntüleri verilmiştir. Şekil 6 incelendiğinde ABS Plus-ABS Plus birleştirilmelerinde geri çekilme tarafında çapak oluşumu gerçekleşmiştir. En yüksek kaynak mukavemetine sahip Deney 1'de kaynak çizgilerinin belirgin olduğu görülmektedir. Kaynak çizgilerinin belirgin olması, kaynak parametrelerinin seçiminin uygun olması ve karıştırma işleminin düzgün gerçekleşmesiyle açıklanabilir. Deney 10 ve Deney 19'da ise nispeten kaynak mukavemeti yüksek olmasına rağmen üst yüzeyde malzemenin yeterince karışmadığı görülmektedir. Bu durum özellikle karıştırma sırasında malzemenin karıştırıcı uca iyi tutunamamasından kaynaklanmaktadır. Kaynak mukavemeti düşük olan Deney 7, Deney 17 ve Deney 25'lerde ise kaynak çizgilerinin belirgin olmadığı görülmektedir. Bununla beraber ABS Plus-ABS Plus parçalarda hem giriş delikleri hem de çıkış deliklerinin kapandığı ve deliklerin kapanması için ilave işleme gerek olmadığı belirlenmiştir.

		
Üçgen Uç Geometrisi, İler. Hızı: 20 mm/min, Takım Dön. Hızı: 1250 devir/dak, çekme dayanımı: 34.45 MPa (Deney 1)	Kare Uç Geometrisi, İler. Hızı: 20 mm/min, Takım Dön. Hızı: 1250 devir/dak, çekme dayanımı: 27.21 MPa (Deney 10)	Vida Uç Geometrisi, İler. Hızı: 20 mm/min, Takım Dön. Hızı: 1250 devir/dak, çekme dayanımı: 27.58 MPa (Deney 19)
		
Üçgen Uç Geometrisi, İler. Hızı: 60 mm/min, Takım Dön. Hızı: 1750 devir/dak, çekme dayanımı: 22.19 MPa (Deney 7)	Kare Uç Geometrisi, İler. Hızı: 60 mm/min, Takım Dön. Hızı: 1750 devir/dak, çekme dayanımı: 15.52 MPa (Deney 17)	Vida Uç Geometrisi, İler. Hızı: 60 mm/min, Takım Dön. Hızı: 1250 devir/dak, çekme dayanımı: 15.08 MPa (Deney 25)

Şekil 6. ABS Plus -ABS Plus Plakaların SKK ile birleştirilmesinde en iyi ve en kötü kaynak dayanımına göre seçilen numunelerin görüntüleri.

Şekil 7 incelendiğinde ABS Plus-PA6 GF30 plakaların birleştirilmelerinde geri çekilme tarafında çapak oluşumu gerçekleşmiştir. Ayrıca çıkış ve giriş noktalarında takım izleri daha belirgindir. Bu durum SKK sırasında oluşan sıcaklığın ABS Plus ve PA6 GF 30 malzemedeki akışkanlıklarda farklılıklara sebep olması ve özellikle malzemenin çıkış noktasında takım ucuna yapışmasıyla açıklanabilir. SKK sonrasında ABS Plus-PA6 GF30 plakaların her iki tarafında da (ilerleme ve geri çekme) çapak oluşmuştur. En yüksek mukavemete sahip Deney

1'de kaynak çizgilerinin belirgin olduğu ve çapakların her iki tarafta da oluştuğu belirlenmiştir. Deney 13 ve Deney 22'de takım ilerlerken malzemeyi çıkış kısmına yığma yaptığı görülmektedir. Burada karıştırma sırasında malzeme, geri çekme tarafından ilerleme tarafına iyi taşınamadığı için takımla çıkış noktasına doğru itilerek çıkışta yığma oluşmuştur.



Üçgen Uç Geometrisi, İler. Hızı: 20 mm/dak, Takım Dön. Hızı: 1250 devir/dak, çekme dayanımı: 40.56 MPa (Deney 1)



Kare Uç Geometrisi, İler. Hızı: 60 mm/dak, Takım Dön. Hızı: 1750 devir/dak, çekme dayanımı: 23.28 MPa (Deney 17)



Vida Uç Geometrisi, İler. Hızı: 60 mm/dak, Takım Dön. Hızı: 1250 devir/dak, çekme dayanımı: 20.46 MPa (Deney 25)



Üçgen Uç Geometrisi, İler. Hızı: 60 mm/dak, Takım Dön. Hızı: 1250 devir/dak, çekme dayanımı: 11.71 MPa (Deney 7)



Kare Uç Geometrisi, İler. Hızı: 40 mm/dak, Takım Dön. Hızı: 1250 devir/dak, çekme dayanımı: 8.13 MPa (Deney 13)



Vida Uç Geometrisi, İler. Hızı: 40 mm/dak, Takım Dön. Hızı: 1250 devir/dak, çekme dayanımı: 14.95 MPa (Deney 22)

Şekil 7. ABS Plus - PA6 GF30 Plakaların SKK ile birleştirilmesinde en iyi ve en kötü kaynak dayanımına göre seçilen numunelerin görüntüleri.

Şekil 8'de özellikle Deney 6 ve Deney 20'de SKK sonrasında yüzeylerde parlaklık oluştuğu görülmektedir. Bunun sebebinin sürtünmeden oluşan ısı ve takım omuzunun baskısı sonucunda olduğu söylenebilir. Deney 10'da ise takım giriş ve çıkış bölgesinde kaynak dikişlerinde farklılıklar oluşmuştur.







Üçgen Uç Geometrisi, İler. Hızı: 40 mm/dak, Takım Dön. Hızı: 2250 devir/dak, çekme dayanımı: 36.03 MPa (Deney 6)



Kare Uç Geometrisi, İler. Hızı: 20 mm/dak, Takım Dön. Hızı: 1250 devir/dak, çekme dayanımı: 49.02MPa (Deney 10)



Vida Uç Geometrisi, İler. Hızı: mm/dak, Takım Dön. Hızı: devir/dak, çekme dayanımı MPa (Deney 20)



Üçgen Uç Geometrisi, İler. Hızı: 20 mm/dak, Takım Dön. Hızı: 1250 devir/dak, çekme dayanımı: 33.67 MPa (Deney 1)

Kare Uç Geometrisi, İler. Hızı: 60 mm/dak, Takım Dön. Hızı: 1750 devir/dak, çekme dayanımı: 38.64 MPa (Deney 17)

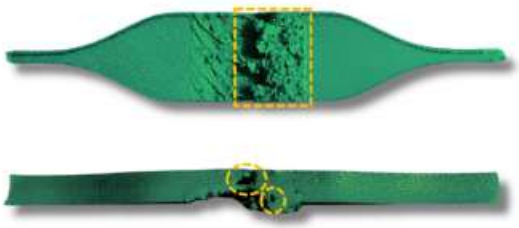
Vida Uç Geometrisi, İler. Hızı: mm/dak, Takım Dön. Hızı: devir/dak, çekme dayanımı MPa (Deney 19)

Şekil 8. PA6 GF30 - PA6 GF30 Plakaların SKK ile birleştirilmesinde en iyi ve en kötü kaynak dayanımına göre seçilen numunelerin görüntüleri.

Şekil 9'da ABS Plus-ABS Plus, ABS Plus-PA6 GF30 ve PA6 GF30-PA6 GF30 malzeme çiftlerinden oluşan kaynaklı numunelerden en düşük kaynak mukavemetine sahip olanlardan örnekler verilmiştir. Numunelerde SKK sonrası boşluk hatası belirlenmiştir. Boşluk hatası SKK parametrelerinin uygun seçilmemesinden kaynaklanan en yaygın hatalardan birisidir.



ABS Plus- ABS Plus, Deney 7
Çekme Dayanımı: 22.19 MPa



ABS Plus- ABS Plus, Deney 17
Çekme Dayanımı: 15.52 MPa



ABS Plus- ABS Plus, Deney 25
Çekme Dayanımı: 15.08 MPa



ABS Plus- PA6 GF30, Deney 7
Çekme Dayanımı: 11.71 MPa



ABS Plus- PA6 GF30, Deney 13
Çekme Dayanımı: 8.13 MPa



ABS Plus- PA6 GF30, Deney 22
Çekme Dayanımı:14.95 MPa



PA6 GF30- PA6 GF30, Deney 1
Çekme Dayanımı: 33.67 MPa



PA6 GF30- PA6 GF30, Deney 17
Çekme Dayanımı: 38.64 MPa



PA6 GF30- PA6 GF30, Deney 19
Çekme Dayanımı: 28.08 MPa
Şekil 9. Kaynak kusurlarının gösterilmesi.

3.3. ABS Plus Plakaların Kaynak Mukavemetinin Değerlendirilmesi

Tablo 5'de üçgen, kare ve vida uç geometrisi, 1250, 1750 ve 2250 devir/dakika ve 20, 40 ve 60 mm/dak takım ilerleme oranı kullanılarak kaynaklanan ABS Plus-ABS Plus plakaların SKK sonrası kaynak dayanımları verilmiştir. Her deney için kaynak mukavemeti referans numune mukavemetine göre hesaplanarak % kaynak verimi olarak Tablo 5'e eklenmiştir. En iyi kaynak mukavemetleri üçgen uç geometrisinde, 20 mm/dak ve 1250 dev/dak'da 34.45 MPa (%108.16 verimlilik), kare uç geometrisinde, 20 mm/dak ve 1250 dev/dak'da 27.21 MPa (%85.43 verimlilik) ve vida uç geometrisinde, 20 mm/dak ve 1250 dev/dak'da 27.58 MPa (%86.59) olarak bulunmuştur.

Tablo 5. ABS Plus-ABS Plus plakaların SKK sonrası çekme sonuçları ve kaynak verimi.

Deney No	Takım Geometrisi	İlerleme (mm/dak)	Takım Dönme Hızı (dev/dak)	Çekme Gerilmesi (MPa)	Kaynak Verimi %
ABS Plus	--	--	--	31.85±0.9	--

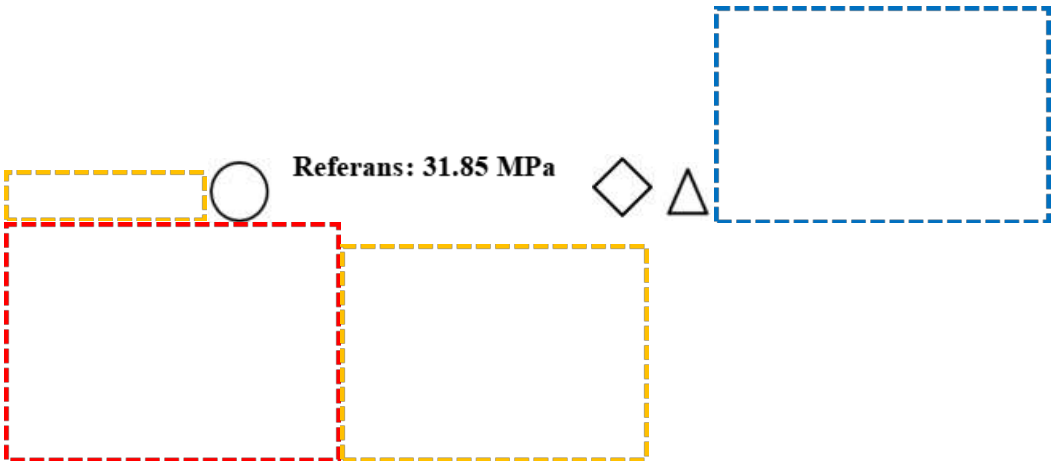
1	Üçgen	20	1250	34.45±3.8	108.16
2	Üçgen	20	1750	26.67±2.8	83.73
3	Üçgen	20	2250	27.28±1.9	85.65
4	Üçgen	40	1250	25.77±0.6	80.91
5	Üçgen	40	1750	30.28±1.6	95.07
6	Üçgen	40	2250	28.06±2.3	88.10
7	Üçgen	60	1250	22.19±3.0	69.67
8	Üçgen	60	1750	27.44±0.8	86.15
9	Üçgen	60	2250	25.13±0.6	78.9
10	Kare	20	1250	27.21±1.3	85.43
11	Kare	20	1750	21.01±2.5	65.96
12	Kare	20	2250	24.50±1.2	76.92
13	Kare	40	1250	18.11±2.2	56.86
14	Kare	40	1750	22.39±2.5	70.29
15	Kare	40	2250	23.80±2.1	74.72
16	Kare	60	1250	15.83±2.9	49.70
17	Kare	60	1750	15.52±2.2	48.72
18	Kare	60	2250	18.33±1.0	57.55
19	Vida	20	1250	27.58±0.7	86.59
20	Vida	20	1750	20.86±2.8	65.49
21	Vida	20	2250	22.98±2.9	72.15
22	Vida	40	1250	19.24±2.3	60.40
23	Vida	40	1750	25.79±2.9	80.97
24	Vida	40	2250	24.57±3.4	77.14
25	Vida	60	1250	15.08±1.8	47.34
26	Vida	60	1750	19.34±2.7	60.72

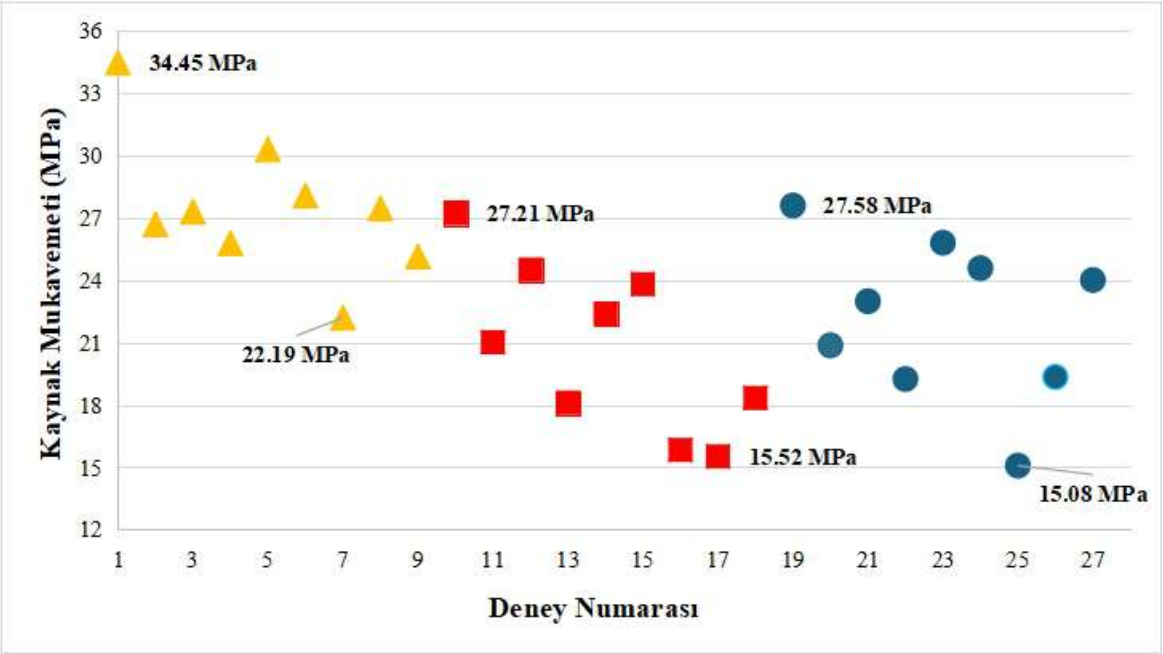
27	Vida	60	2250	24.00±2.4	75.35

Genel bir değerlendirme yapmak için Şekil 10'da kaynak dayanımları grafik olarak verilmiştir. Şekil 10'da üçgen, kare ve yuvarlak şekilleri pin geometrisini temsil etmektedir. Kaynaklı numunelerde en düşük çekme mukavemeti vida uç geometrisinde (60 mm/dak ve 1250 dev/dak) 15.08 MPa, en yüksek kaynak mukavemeti üçgen uç geometrisinde (20 mm/dak ve 1250 dev/dak) 34.45 MPa olarak belirlenmiştir. Ayrıca üçgen uç geometrisi ile yapılan SKK işleminde kaynak kalitesi 24 MPa-30 MPa aralığında yoğunlaşırken, kare ve vida uç geometrisinde 18 MPa-27 MPa arasında yoğunlaştığı görülmektedir. Bu durum ABS Plus parçaların üçgen uçla birleştirilebilirliğinin diğerlerine göre daha iyi olduğunu göstermektedir.

Bütün uç geometrileri için en iyi kaynak mukavemeti düşük ilerleme ve düşük takım devir (20 mm/dak ve 1250 dev/dak) sayılarında elde edilmiştir. Uç geometrileri içinde özellikle kare uç geometrisinde artan ilerleme hızıyla beraber (Deney 16, Deney 17 ve Deney 18) kaynak mukavemeti düşmüştür. Üçgen uç geometrisinde ise ilerleme ve kaynak hızının etkisinin diğerlerine göre azaldığı belirlenmiştir. Sonuç olarak uç geometrisinin kaynak kalitesi üzerinde etkili olduğu görülmektedir (Dhanesh Babu et al., 2021).

Vida ve kare uç geometrisi incelendiğinde kaynak mukavemet değerlerinin 18 MPa ve 27 MPa arasında yoğunlaştığı belirlenmiştir. Kare uç geometrisinde, en yüksek kaynak mukavemeti 20 mm/dak ilerleme hızında 1250 dev/dak takım dönme hızında elde edilmiştir. 40 mm/dak ilerleme hızında ise takım devir sayısı arttıkça kaynak mukavemeti artmıştır. 60 mm/dak ilerleme hızında ise kaynak mukavemetinin düşük olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak ABS Plus-ABS Plus plakaların SKK işlemi için kare uç kullanılması durumunda 20 mm/dak ilerleme hızında düşük takım dönme hızı, 40 mm/dak ilerleme hızında ise yüksek takım dönme hızları tercih edilmelidir.





Şekil 10. ABS Plus-ABS Plus plakalarda kaynak mukavemetleri.

3.4. ABS Plus- PA6 GF30 Plakaların Kaynak Mukavemetinin Değerlendirilmesi

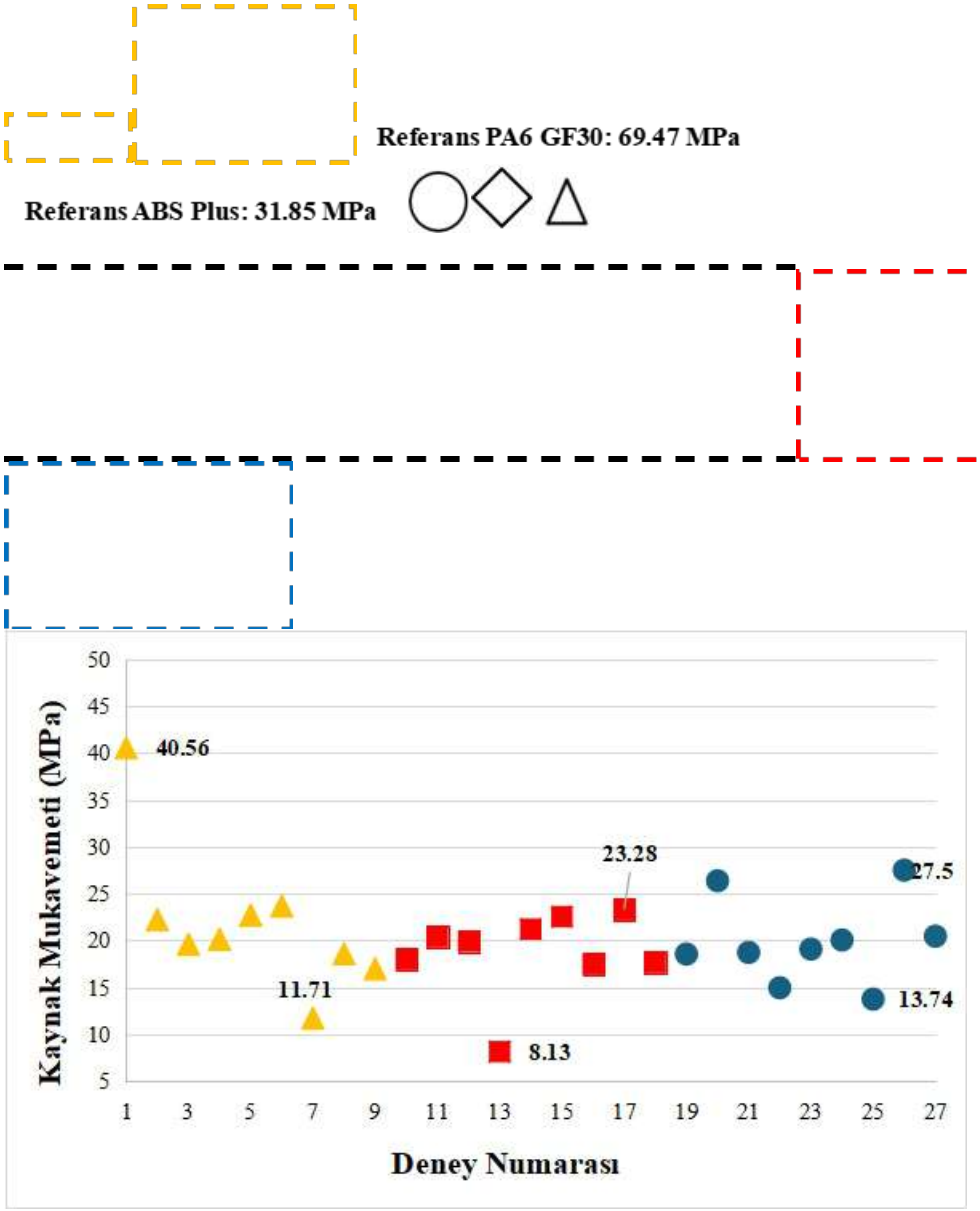
Tablo 6'da üçgen, kare ve vida uç geometrisi, 1250, 1750 ve 2250 devir/dakika ve 20, 40 ve 60 mm/dak takım ilerleme oranı kullanılarak kaynaklanan ABS Plus-PA6 GF30 plakaların SKK sonrası kaynak dayanımları verilmiştir. En iyi kaynak mukavemetleri üçgen uç geometrisinde, 20 mm/dak ve 1250 dev/dak'da 40.56 MPa (%127.34 ve %58.38 verimlilik), kare uç geometrisinde, 60 mm/dak ve 1750 dev/dak'da 23.28 MPa (%73.09 ve %33.51 verimlilik) ve vida uç geometrisinde, 60 mm/dak ve 1750 dev/dak'da 27.50 MPa (%86.34 ve %39.58) olarak bulunmuştur. Üçgen uç geometrisinde kaynak mukavemeti ABS Plus ve PA GF 30 malzemelerin mukavemetlerinin arasında bulunmuştur. Kaynak mukavemetinin kullanılan iki malzemenin mukavemet değerlerinin arasında olması birleştirmenin kabul edilebilir olduğunu göstermektedir. Kare ve vida uç geometrisinde ise ABS Plus malzemenin mukavemet değerinin altında çıkmıştır.

Şekil 11'de ABS Plus-PA6 GF30 plakaların kaynak dayanımları grafik olarak verilmiştir. Kaynaklı numunelerde en düşük çekme mukavemeti kare uç geometrisinde (40 mm/dak, 1250 dev/dak) 8.13 MPa, en yüksek kaynak mukavemeti üçgen uç geometrisinde (20 mm/dak, 1250 dev/dak) 40.56 MPa olarak belirlenmiştir. Üçgen (en yüksek ve en düşük kaynak mukavemeti hariç tutulduğunda) ve kare uç geometrisi ile yapılan SKK işleminde kaynak kalitesi 16 MPa-24 MPa aralığında, vida uç geometrisinde 14 MPa-28 MPa arasında yoğunlaştığı görülmektedir. Tablo 6 incelendiğinde, üçgen ve kare uçlarla yapılan birleştirmelerde kaynak kaliteleri nispeten birbirine yakın çıkarken, üçgen uç geometrisinde düşük ilerleme hızlarında (20 ve 40 mm/dak), vida uç geometrisinde 1750 dev/dak takım dönme hızında daha yüksek kaynak mukavemeti elde edildiği görülmüştür. Üçgen ve kare uç geometrisinde 20 mm/dak ilerleme hızında artan takım dönme hızıyla beraber kaynak mukavemetinde azalma meydana gelirken, 40 mm/dak ilerleme hızında takım dönme hızının artmasıyla azda olsa iyileşme meydana gelmiştir.

Tablo 6. ABS Plus-PA6 GF30 plakaların SKK sonrası çekme sonuçları ve kaynak verimi.

Deney No	Takım Geometrisi	İlerleme (mm/dak)	Takım Dönme Hızı (dev/dak)	Çekme Gerilmesi (MPa)	Kaynak Verimi %	
					ABS Plus	PA GF 30
ABS Plus	--	--	--	31.85±0.9	--	--
PA6 GF30	--	--	--	69.47±2.72	--	--
1	Üçgen	20	1250	40.56±2.8	127.34	58.38
2	Üçgen	20	1750	22.22±4.4	69.76	31.98
3	Üçgen	20	2250	19.59±3.7	61.50	28.19
4	Üçgen	40	1250	20.12±1.9	63.17	28.96
5	Üçgen	40	1750	22.70±2.7	71.27	32.67
6	Üçgen	40	2250	23.66±2.4	74.28	34.05
7	Üçgen	60	1250	11.71±0.4	36.76	16.85
8	Üçgen	60	1750	18.58±1.5	58.33	36.74
9	Üçgen	60	2250	16.96±1.0	53.24	24.41
10	Kare	20	1250	17.99±2.2	56.48	25.89
11	Kare	20	1750	20.40±0.9	64.05	29.36
12	Kare	20	2250	19.91±1.2	62.51	28.65
13	Kare	40	1250	8.13±2.0	25.52	11.70
14	Kare	40	1750	21.20±2.4	66.56	30.51
15	Kare	40	2250	22.53±1.5	70.73	32.43
16	Kare	60	1250	17.47±3.5	54.85	25.14
17	Kare	60	1750	23.28±2.3	73.09	33.51
18	Kare	60	2250	17.66±1.6	55.44	25.42
19	Vida	20	1250	18.55±3.2	58.24	26.70
20	Vida	20	1750	26.37±2.4	82.79	37.95

21	Vida	20	2250	18.72±1.6	58.77	26.94
22	Vida	40	1250	14.95±3.0	46.93	21.52
23	Vida	40	1750	19.08±2.0	59.90	27.46
24	Vida	40	2250	20.05±1.7	62.95	28.86
25	Vida	60	1250	13.74±3.4	43.13	19.77
26	Vida	60	1750	27.50±2.4	86.34	39.58
27	Vida	60	2250	20.46±1.1	64.23	29.45



Şekil 11. ABS Plus- PA6 GF30 plakalarda kaynak mukavemetleri.

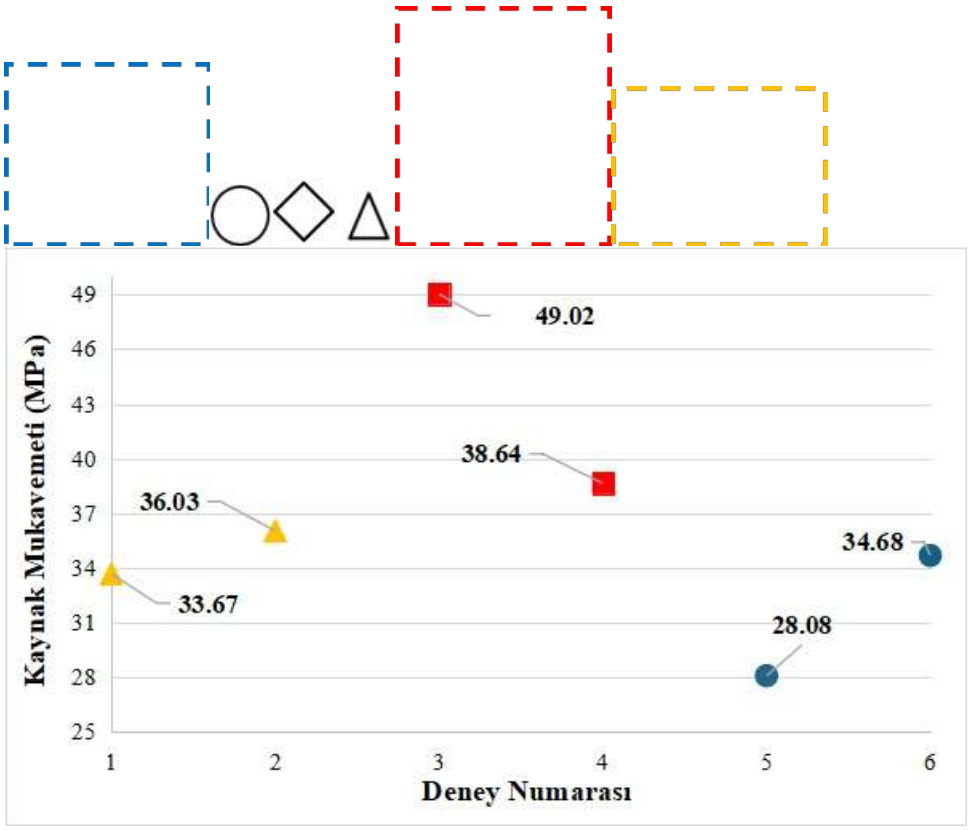
3.5. PA6 GF30 Plakaların Kaynak Mukavemetinin Değerlendirilmesi

Tablo 7'de üçgen, kare ve vida uç geometrisi, 1250, 1750 ve 2250 devir/dakika ve 20, 40 ve 60 mm/dak takım ilerleme hızları kullanılarak kaynaklanan PA6 GF30- PA6 GF30 plakaların SKK sonrası kaynak dayanımları verilmiştir. Tablo 7'de seçilen parametreler, Tablo 6 da gösterilen ABS Plus-PA6 GF30 plakaların kaynak mukavemet değerleri referans alınarak belirlenmiştir. Tablo 6'da en yüksek kaynak mukavemeti üçgen uç 20 mm/dak ilerleme ve 1250 dev/dak takım dönme hızında olduğundan PA6 GF30- PA6 GF30 plakaların kaynağı için önce tüm uç profillerinde aynı parametre denenmiştir. Daha sonra ek olarak her uç profilinde en yüksek mukavemet değerini veren parametrelerde PA6 GF30- PA6 GF30 kaynağında kullanılmıştır.
En iyi kaynak mukavemetleri değerlendirildiğinde, kare uç geometrisinde 20 mm/dak ve 1250 dev/dak'da 49.02 MPa (%70.56 verimlilik) olarak bulunmuştur. En düşük kaynak mukavemeti vida uç geometrisinde 20 mm/dak ilerleme hızında ve 1250 dev/dak takım dönme hızında 28.08 MPa (%40.42 verimlilik) olarak belirlenmiştir.

Tablo 7. PA6 GF30- PA6 GF30 plakaların SKK sonrası çekme sonuçları ve kaynak verimi.

Deney No	**Takım Geometrisi**	**İlerleme (mm/dak)**	**Takım Dönme Hızı (dev/dak)**	**Çekme Gerilmesi (MPa)**	**Kaynak Verimi %**
PA6 GF30	--	--	--	69.47±2.72	--
1	Üçgen	20	1250	33.67±3.8	48.46
6	Üçgen	40	2250	36.03±2.6	51.86
10	Kare	20	1250	49.02±2.1	70.56
17	Kare	60	1750	38.64±4.1	55.62
19	Vida	20	1250	28.08±1.8	40.42
20	Vida	20	1750	34.68±3.7	49.92

Şekil 12'de PA6 GF30 plakaların kaynak dayanımları grafik olarak verilmiştir. Kaynaklı numunelerde en düşük çekme mukavemeti vida uç geometrisinde, 20 mm/dak ilerleme hızı ve 1250 dev/dak takım dönme hızında 28.08 MPa, en yüksek kaynak dayanımı kare uç geometrisinde 20 mm/dak ilerleme hızı ve 1250 dev/dak takım dönme hızında 49.02 MPa olarak elde edilmiştir. PA6 GF30 plakaların birleştirilmesinde kare uç geometrisi daha iyi bir performans gösterirken, vida uç geometrisinde düşük kaynak mukavemeti elde edilmiştir.



Şekil 12. PA6 GF30-PA6 GF30 plakalarda kaynak mukavemetleri.

3.6. Isı sonuçlarının değerlendirilmesi

Kaynağın nihai kalitesi ve sağlamlığının büyük ölçüde karıştırma sırasındaki malzeme akış mekanizmasına bağlıdır. SKK işlem parametreleri uygunsa, düzgün karıştırılmış bölge sağlayabilecek ısı üretimi olacaktır. ABS Plus için camsı geçiş sıcaklığı 106.8°C (Sirjani et al., 2019) ve PA6 GF30 için 80°C (Testing, 01.01.2025) olarak belirtilmiştir. Oluşan kaynak sıcaklığı camsı sıcaklığın üstünde olduğu için yumuşamış polimerin birbirine karışmasının kolay olduğunu ve yüksek kaliteli kaynaklar elde edilebildiğini belirtmişlerdir. SKK işleminde ara yüzeyde oluşan sıcaklık karıştırılan bölgenin kalitesini doğrudan etkilemektedir. Kumar et. al. ABS-%15Al ve PA6 plakaların birleştirilebilirliğini 1000, 1200 ve 1400 dev/dak takım dönme hızı, 30, 40 ve 50 mm/dak ilerleme hızı ve 2, 3 ve 4 mm takım batma derinlikleri kullanarak incelemişlerdir. Yapmış oldukları çalışmada SKK sırasında yaptıkları sıcaklık ölçümleri sonrası kaynak sıcaklığının 80.9°C ve 138.8°C arasında değiştiğini belirtmişlerdir (Kumar et al., 2019).

Şekil 13'de en yüksek kaynak mukavemetine sahip numunelerin SKK sırasında alınan termal kamera görüntüleri verilmiştir. Tablo 8'de malzeme çiftlerine ve takım uç geometrisine göre en yüksek, en düşük ve optimum sıcaklıklar (en yüksek kaynak mukavemetinde alınan sıcaklık değeri) verilmiştir. ABS Plus plakalarda birleştirme sırasında 173.17°C- 247.98°C arasında, ABS Plus - PA6 GF30 plakaların birleştirilmesinde 175.33°C - 249.69°C arasında ve PA6 GF30 plakaların birleştirilmesinde 170.66°C-189.20°C arasında sıcaklık değerleri ölçülmüştür. Ayrıca en yüksek kaynak mukavemeti ABS Plus plakalar için 180.14 °C, 173.17 °C, 175.02 °C; ABS Plus- PA6 GF30 175.33 °C, 227.85 °C, 232.87 °C; PA6 GF30 plakalar için 189.20 °C, 176.62 °C ve 184.82 °C olarak belirlenmiştir.

4. SONUÇLAR

Yapılan çalışmada 3D yazıcıyla plaka şeklinde basılan ABS Plus ve cam fiber takviyeli PA6 malzemelerin farklı malzeme çiftleri ve işlem parametreleri kombinasyonlarında SKK ile birleştirme davranışları incelenmiştir. Birleştirme için üç farklı takım uç geometrisi (üçgen, kare, vida), üç farklı ilerleme hızı (20, 40 ve 60 mm/dak) ve üç farklı takım dönme hızı (1250, 1750 ve 2250 dev/dak) kullanılmıştır. Takım uç geometrisi, ilerleme hızı ve takım dönme hızının kaynak mukavemeti ve kaynak sırasında oluşan ısı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Ayrıca kaynak bölgesinde görsel muayene yapışmış ve kaynak mukavemetleri karşılaştırılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen önemli bulgular aşağıda özetlenmiştir:

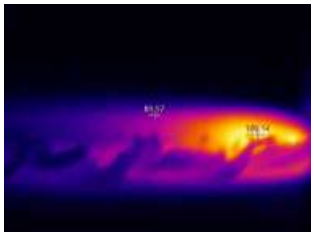
- En yüksek kaynak mukavemeti ABS Plus- ABS Plus ve ABS Plus-PA6 GF 30 malzeme çiftlerinde üçgen uç kullanarak 20 mm/dak ilerleme hızı ve 1250 dev/dak takım dönme hızında sırasıyla 34.45 MPa (%108.16 verim) ve 40.56 MPa (%127.34 ve %58.38) olarak belirlenmiştir. Kaynak mukavemetleri ABS Plus referans numuneden daha yüksek çıkmıştır. Bu durum uygun parametreler kullanıldığında ABS Plus ve ABS Plus-PA6 GF 30 malzeme çiftlerinin birleştirilebileceğini göstermektedir.
- SKK sonrası düşük mukavemete sahip numunelerin görsel incelemesinde boşluk hataları belirlenmiştir. Sürtünme karıştırma kaynağında boşluk hataları uygun olmayan işlem parametrelerinden kaynaklanmaktadır.
- PA6 GF 30 malzeme çiftlerinde en yüksek kaynak mukavemeti kare uç geometrisi, 20 mm/dak takım ilerleme hızı ve 1250 dev/dak takım dönme hızında 49.02 MPa (%70.56 verim) olarak belirlenmiştir. Malzeme özellikleri için matrisin içine katılan cam fiber, karbon fiber vb. ilaveler mekanik özellikleri iyileştirmekle birlikte birleştirilebilirliği olumsuz etkileyebilmektedir. Bunun en önemli sebebi fiberlerin karıştırma sırasında rastgele dağılması ve repolarizasyon sırasında fiberlerin matris malzeme ile tekrar bağ kurmalarındaki kusurlar sebep gösterilebilir.
- Isı oluşumu incelendiğinde ABS Plus plakalarda birleştirme sırasında 173.17°C-247.98°C arasında, ABS Plus - PA6 GF30 plakaların birleştirilmesinde 175.33°C-249.69°C arasında ve PA6 GF30 plakaların birleştirilmesinde 170.66°C-189.20°C arasında sıcaklık değerleri ölçülmüştür.
- Bütün malzeme çiftleri için en yüksek kaynak mukavemetleri düşük ilerleme ve düşük takım dönme hızlarında ortaya çıkmıştır. ABS Plus-ABS Plus, ABS Plus-PA6 GF30 malzeme çiftlerinde en yüksek mukavemet üçgen uç geometrisinde, PA6 GF30 - PA6 GF30 malzeme çiftinde ise kare uç geometrisinde elde edilmiştir.

Tablo 8. SKK sırasında uç geometrilerine göre en yüksek/en düşük/optimum sıcaklıklar

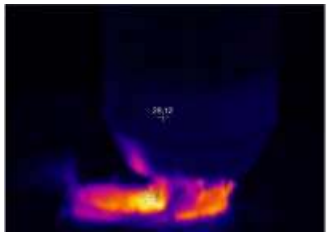
		En Düşük Sıcaklık (ºC)	**En Yüksek Sıcaklık (ºC)**	**Optimum Sıcaklık (ºC)**
ABS Plus-ABS Plus	**Üçgen**	**180.14**(İH:20 mm/ dak - DH:1250 dev/dak)	**244.08** (İH:60 mm/ dak - DH:2250 dev/dak)	**180.14** (İH:20 mm/dak - DH:1250 dev/dak)
	Kare	**173.17** (İH:20 mm/ dak - DH:1250 dev/dak)	**225.61** (İH:60 mm/ dak - DH:2250 dev/dak)	**173.17** (İH:20 mm/dak - DH:1250 dev/dak)
	Vida	**175.02** (İH:20 mm/dak - DH:1250 dev/dak)	**247.98** (İH:60 mm/dak - DH:2250 dev/dak)	**175.02** (İH:20mm/min - DH:1250 dev/dak)

ABS Plus - PA6 GF30	**Üçgen**	**175.33** (İH:20 mm/dak - DH:1250 dev/dak)	**237.94** (İH:40 mm/dak - DH:2250 dev/dak)	**175.33** (İH:20 mm/dak - DH:1250 dev/dak)
	Kare	**179.80** (İH:40 mm/dak - DH:1250 dev/dak)	**249.69** (İH:40 mm/dak - DH:2250 dev/dak)	**227.85** (İH:60 mm/dak - DH:1750 dev/dak)
	Vida	**184.86** (İH:20 mm/dak - DH:1250 dev/dak)	**239.27** (İH:60 mm/dak - DH:2250 dev/dak)	**235.67** (İH:60 mm/ dak - DH:1750 dev/dak)
PA6 GF30- PA6 GF30	**Üçgen**	**171.65** (İH:20 mm/dak - DH:1250 dev/dak)	**189.20** (İH:40 mm/dak - DH:2250 dev/dak)	**189.20** (İH:40 mm/dak - DH:2250 dev/dak)
	Kare	**170.66** (İH:20 mm/dak - DH:1250 dev/dak)	**176.62** (İH:20 mm/dak - DH:1250 dev/dak)	**176.62** (İH:20 mm/dak - DH:1250 dev/dak)
	Vida	**183.88** (İH:20 mm/dak - DH:1250 dev/dak)	**184.82** (İH:20 mm/dak - DH:1750 dev/dak)	**184.82** (İH:20 mm/dak - DH:1750 dev/dak)

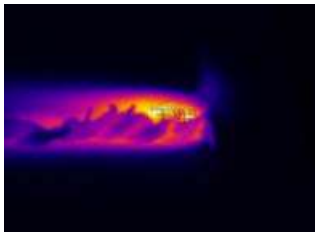
İH: İlerleme Hızı, **DH:** Dönme Hızı



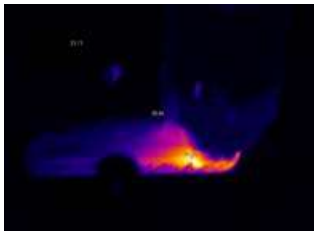
ABS Plus- ABS Plus: Üçgen Uç 20 mm/dak, 1250 dev/dak, 180.14°C



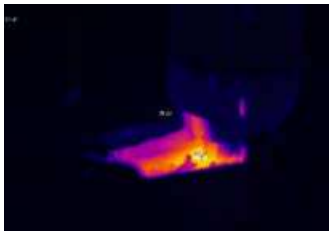
ABS Plus- ABS Plus: Kare Uç 20 mm/dak, 1250 dev/dak, 173.17°C



ABS Plus- ABS Plus: Vida uç, 20 mm/dak, 1250 dev/dak, 175.02°C



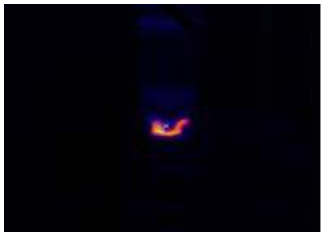
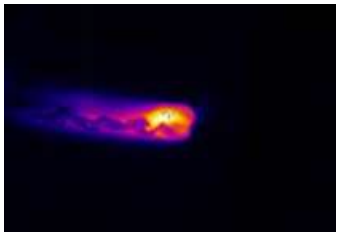
ABS Plus- PA6 GF30: Üçgen uç, 20 mm/dak, 1250 dev/dak, 175.33°C



ABS Plus- PA6 GF30: Kare uç, 60 mm/dak, 1750 dev/dak, 227.85°C



ABS Plus- PA6 GF30: Vida uç, 60 mm/dak, 1750 dev/dak, 232.87°C


PA6 GF30 - PA6 GF30: Üçgen uç 40 mm/dak, 2250 dev/dak, 189.20°C

PA6 GF30 - PA6 GF30: Kare uç, 20 mm/dak, 1250 dev/dak, 176.62°C

PA6 GF30 - PA6 GF30: Vida uç, 20 mm/dak, 1750 dev/dak, 184.820°C

Şekil 13. En yüksek kaynak mukavemetine sahip numunelerin termal görüntüleri.

KAYNAKLAR

Altun, S., & Sekban, B. (2023). 3B Yazicilar İçin Cam Fiber Katkili Kompozit Filament Üretimi Ve Mekanik Özellikleri. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, *7*(1), 64-77.

Arici, A., & Selale, S. (2007). Effects of tool tilt angle on tensile strength and fracture locations of friction stir welding of polyethylene. *Science and Technology of Welding and Joining*, *12*(6), 536-539.

Arici, A., & Selale, S. (2013). Effects of tool tilt angle on tensile strength and fracture locations of friction stir welding of polyethylene. *Science and Technology of Welding and Joining*, *12*(6), 536-539. https://doi.org/10.1179/174329307x173706

Basf. (12.08.2024). *Ultrafuse PA6 GF30*. https://move.forward-am.com/hubfs/AES%20Documentation/Reinforced%20Filaments/PA6%20GF30/TDS/Ultrafuse_PA6_GF30_TDS_EN_v1.1.pdf

Benal, M. G. M., GS, P. K., Tambrallimath, V., HR, G., Khan, T. Y., Rajhi, A. A., & Baig, M. A. A. (2022). Influence of short glass fibre reinforcement on mechanical properties of 3D printed ABS-based polymer composites. *Polymers*, *14*(6), 1182.

Bhardwaj, N., Narayanan, R. G., Dixit, U., & Hashmi, M. (2019). Recent developments in friction stir welding and resulting industrial practices. *Advances in Materials and Processing Technologies*, *5*(3), 461-496.

Bodaghi, M., Sadooghi, A., Bakhshi, M., Hashemi, S. J., Rahmani, K., & Keshavarz Motamedi, M. (2023). Glass fiber reinforced acrylonitrile butadiene styrene composite gears by FDM 3D printing. *Advanced Materials Interfaces*, *10*(27), 2300337.

Buffa, G., Baffari, D., Campanella, D., & Fratini, L. (2016). An innovative friction stir welding based technique to produce dissimilar light alloys to thermoplastic matrix composite joints. *Procedia Manufacturing*, *5*, 319-331.

Cristea, D., Pop, M., Faraian, C., & Munteanu, D. (2019). The influence of additive manufacturing parameters on the structural and mechanical properties of acrylonitrile butadiene styrene (ABS) parts produced by fused filament fabrication. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering,

Darmadi, D. B., & Talice, M. (2021). Improving the strength of friction stir welded joint by double side friction welding and varying pin geometry. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, *24*(3), 637-647.

Devuri, V., Mahapatra, M., Harsha, S., & Mandal, N. (2014). Effect of shoulder surface dimension and geometries on FSW of AA7039. *Journal for Manufacturing Science and Production*, *14*(3), 183-194.

Dhanesh Babu, S., Sevvel, P., Senthil Kumar, R., Vijayan, V., & Subramani, J. (2021). Development of thermo mechanical model for prediction of temperature diffusion in different FSW tool pin geometries during joining of AZ80A Mg alloys. *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, *31*, 3196-3212.

Doğru, A., Seydibeyoğlu, M. Ö., & Ayranci, C. (2024). The effect of interface enhancement on the mechanical properties of fibre-reinforced PA6 matrix composites in material extrusion-based additive manufacturing. *Progress in Additive Manufacturing*, 1-14.

Erhan Karatas , O. K., Zulfikar Nurettin Baran , Nergizhan Anac, Furkan Parmaksız. (2024, July 19-21 2024). *Investigation of Delamination Factor in Bi-Directional Drilling of Glass Fiber Reinforced Plastic Materials* International Conference on Engineering, Natural Sciences, and Technological Developments (ICENSTED 2024) Erdek/Balıkesir.

eSUN. (01 Nov 2021). *ABS+*. https://www.esun3d.com/uploads/eSUN_ABS+-Filament_TDS_V4.01.pdf

Hajideh, M. R., Farahani, M., Alavi, S. A. D., & Ramezani, N. M. (2017). Investigation on the effects of tool geometry on the microstructure and the mechanical properties of dissimilar friction stir welded polyethylene and polypropylene sheets. *Journal of Manufacturing Processes*, *26*, 269-279.

Hartomacioğlu, S. (2024). Optimization of Production Parameters for Impact Strength of 3D-Printed Carbon/Glass Fiber-Reinforced Nylon Composite in Critical ZX Printing Orientation. *Polymers*, *16*(21), 3006.

Hou, W., Ding, Y., Huang, G., Huda, N., Shah, L. H. A., Piao, Z., Shen, Y., Shen, Z., & Gerlich, A. (2022). The role of pin eccentricity in friction stir welding of Al-Mg-Si alloy sheets: microstructural evolution and mechanical properties. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *121*(11), 7661-7675.

Hovanski, Y., Upadhyay, P., Carsley, J., Luzanski, T., Carlson, B., Eisenmenger, M., Soulami, A., Marshall, D., Landino, B., & Hartfield-Wunsch, S. (2015). High-Speed Friction-Stir Welding to Enable Aluminum Tailor-Welded Blanks. *Jom*, *67*(5), 1045-1053. https://doi.org/10.1007/s11837-015-1384-x

Huda, M. S., Drzal, L. T., Mohanty, A. K., & Misra, M. (2006). Chopped glass and recycled newspaper as reinforcement fibers in injection molded poly (lactic acid)(PLA) composites: A comparative study. *Composites science and technology*, *66*(11-12), 1813-1824.

Hynes, N. R. J., & Velu, P. S. (2018). Effect of rotational speed on Ti-6Al-4V-AA 6061 friction welded joints. *Journal of Manufacturing Processes*, *32*, 288-297.

Ismail, K. I., Pang, R., Ahmed, R., & Yap, T. C. (2023). Tensile Properties of In Situ 3D Printed Glass Fiber-Reinforced PLA. *Polymers*, *15*(16), 3436.

Jaszkiewicz, A., Bledzki, A. K., & Franciszczak, P. (2013). Improving the mechanical performance of PLA composites with natural, man-made cellulose and glass fibers—A comparison to PP counterparts. *Polimery*, *58*(6), 435-442.

Kámán, A., Balogh, L., Tarcsay, B. L., Jakab, M., Meszlényi, A., Turcsán, T., & Egedy, A. (2024). Glass Fibre-Reinforced Extrusion 3D-Printed Composites: Experimental and Numerical Study of Mechanical Properties. *Polymers*, *16*(2).

Khalaf, H. I., Al-Sabur, R., Demiral, M., Tomków, J., Łabanowski, J., Abdullah, M. E., & Aghajani Derazkola, H. (2022). The effects of pin profile on HDPE thermomechanical phenomena during FSW. *Polymers*, *14*(21), 4632.

Koçar, O., Anaç, N., Palaniappan, S. K., Doğan, M., & Siengchin, S. (2024). Effect of process parameters on the mechanical behavior of additively manufactured and FSW joined PLA wood sheets. *Polymer Composites*, *45*(2), 1568-1584.

Kumar, P. S., & Chander, M. S. (2021). Effect of tool pin geometry on FSW dissimilar aluminum alloys-(AA5083 & AA6061). *Materials Today: Proceedings*, *39*, 472-477.

Kumar, R., Singh, R., & Ahuja, I. (2019). Mechanical, thermal and micrographic investigations of friction stir welded: 3D printed melt flow compatible dissimilar thermoplastics. *Journal of Manufacturing Processes*, *38*, 387-395.

Kumar, R., Singh, R., Ahuja, I., & Fortunato, A. (2020). Thermo-mechanical investigations for the joining of thermoplastic composite structures via friction stir spot welding. *Composite Structures*, *253*, 112772.

Kumar, R., Singh, R., & Ahuja, I. S. (2020). Joining of 3D printed dissimilar thermoplastics with consumable tool through friction stir spot welding: A case study. *Encyclopedia of Renewable and Sustainable Materials; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands*, 91-96.

Lin, L., Deng, C., Lin, G.-p., & Wang, Y.-h. (2014). Mechanical properties, heat resistance and flame retardancy of glass fiber-reinforced PLA-PC alloys based on aluminum hypophosphite. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, *53*(6), 613-625.

Lobov, E., Vindokurov, I., & Tashkinov, M. (2024). Mechanical Properties and Performance of 3D-Printed Acrylonitrile Butadiene Styrene Reinforced with Carbon, Glass and Basalt Short Fibers. *Polymers*, *16*(8), 1106.

Lombard, H., Hattingh, D., Steuwer, A., & James, M. (2009). Effect of process parameters on the residual stresses in AA5083-H321 friction stir welds. *Materials Science and Engineering: A*, *501*(1-2), 119-124.

Lu, X., Tang, L., Wang, L., Zhao, J., Li, D., Wu, Z., & Xiao, P. (2016). Morphology and properties of bio-based poly (lactic acid)/high-density polyethylene blends and their glass fiber reinforced composites. *Polymer Testing*, *54*, 90-97.

Mulyanto, F. D., Setyoadi, Y., & Hermana, R. (2022). The Performance Analysis of The 3D Printer Corexy FDM Type With Area X= 200 Y= 200 Z= 200 mm. *Jurnal Teknik Mesin Mechanical Xplore*, *3*(1), 26-33.

Nergizhan, A., Koçar, O., & Altuok, C. (2024). Investigation of The Weldability of PLA Plus Sheets with Different Infill Ratios by Friction Stir Welding. *Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology*, 1-1.

Pervaiz, S., Qureshi, T. A., Kashwani, G., & Kannan, S. (2021). 3D printing of fiber-reinforced plastic composites using fused deposition modeling: a status review. *Materials*, *14*(16), 4520.

Rajakumar, S., Muralidharan, C., & Balasubramanian, V. (2011). Influence of friction stir welding process and tool parameters on strength properties of AA7075-T6 aluminium alloy joints. *Materials & Design*, *32*(2), 535-549.

Rao, H., Jordon, J., Boorgu, S., Kang, H., Yuan, W., & Su, X. (2017). Influence of the key-hole on fatigue life in friction stir linear welded aluminum to magnesium. *International Journal of Fatigue*, *105*, 16-26.

Rezgui, M.-A., Ayadi, M., Cherouat, A., Hamrouni, K., Zghal, A., & Bejaoui, S. (2010). Application of Taguchi approach to optimize friction stir welding parameters of polyethylene. EPJ web of conferences,

Senthil, S., & Kumar, M. B. (2022). Effect of tool rotational speed and traverse speed on friction stir welding of 3d-printed polylactic acid material. *Applied Science and Engineering Progress*, *15*(1).

Sharma, N., Siddiquee, A. N., Khan, Z. A., & Mohammed, M. T. (2018). Material stirring during FSW of Al–Cu: Effect of pin profile. *Materials and Manufacturing Processes*, *33*(7), 786-794.

Sirjani, E., Cragg, P. J., & Dymond, M. K. (2019). Glass transition temperatures, melting temperatures, water contact angles and dimensional precision of simple fused deposition model 3D prints and 3D printed channels constructed from a range of commercially available filaments. *Chemical Data Collections*, *22*, 100244.

Sun, T., Reynolds, A., Roy, M., Withers, P., & Prangnell, P. (2018). The effect of shoulder coupling on the residual stress and hardness distribution in AA7050 friction stir butt welds. *Materials Science and Engineering: A*, *735*, 218-227.

Tanabi, H. (2021). Investigation of the temperature effect on the mechanical properties of 3D printed composites. *International Advanced Researches and Engineering Journal*, *5*(2), 188-193.

Terra, C. S., & Silveira, J. L. L. (2021). Models for FSW forces using a square pin profile tool. *Journal of Manufacturing Processes*, *68*, 1395-1404.

Testing, N. A. (01.01.2025). *PA6: Polyamide 6*. Retrieved 01.01.2025 from https://analyzing-testing.netzsch.com/en/polymers-netzsch-com/engineering-thermoplastics/pa6-polyamide-6

Ultimaker. (01.01.2025). *Introducing the new Ultimaker print core CC*. https://ultimaker.com/learn/introducing-the-new-ultimaker-print-core-cc/

Vairis, A., Petousis, M., Vidakis, N., & Savvakis, K. (2016). On the strain rate sensitivity of abs and abs plus fused deposition modeling parts. *Journal of Materials Engineering and Performance*, *25*(9), 3558-3565.

Varsavas, S. D., & Kaynak, C. (2018). Effects of glass fiber reinforcement and thermoplastic elastomer blending on the mechanical performance of polylactide. *Composites Communications*, *8*, 24-30.

Vidakis, N., Petousis, M., Vairis, A., Savvakis, K., & Maniadi, A. (2019). A parametric determination of bending and Charpy's impact strength of ABS and ABS-plus fused deposition modeling specimens. *Progress in Additive Manufacturing*, *4*(3), 323-330.

Yilmaz, S. (2024). Comprehensive analysis of 3D printed PA6. 6 and fiber-reinforced variants: revealing mechanical properties and adhesive wear behavior. *Polymer Composites*, *45*(2), 1446-1460.

Zhang, Y., Cao, X., Larose, S., & Wanjara, P. (2012). Review of tools for friction stir welding and processing. *Canadian Metallurgical Quarterly*, *51*(3), 250-261.

Żur, P., Kołodziej, A., Baier, A., & Kokot, G. (2020). Optimization of Abs 3D-printing method and parameters. *European Journal of Engineering Science and Technology*, *3*(1), 44-51.

EVALUATION OF ENGINE PERFORMANCE USING A FUZZY MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING (FMCDM) APPROACH: TOPSIS AND MACHINE LEARNING COMPARISON

BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME (FMCDM) YAKLAŞIMI KULLANILARAK MOTOR PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ: TOPSIS VE MAKİNE ÖĞRENMESİ KARŞILAŞTIRMASI

Ahmet KARAOĞLU[1], Hüseyin SÖYLER[2]

[1]Dr. Öğr. Üyesi, Sinop Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Yapay Zekâ, 0000-0002-7507-3031

[2] Dr. Öğr. Üyesi, Sinop Üniversitesi Gerze Meslek Yüksekokulu Ulaştırma Hizmetleri Bölümü, Yakıtlar ve Yanma, 0000-0002-1216-7049

Özet

Motor performansını değerlendirmek, farklı teknik, çevresel ve ekonomik kriterlerin aynı anda dikkate alınmasını gerektiren çok boyutlu bir karar verme sürecidir. Bu çalışmada, Bulanık Çok Kriterli Karar Verme (FMCDM) yöntemlerinden biri olan TOPSIS tekniği kullanılarak içten yanmalı motorların performans analizi yapılmış, ayrıca elde edilen karar skorları çeşitli makine öğrenmesi modelleri ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada amaç, motorun en verimli ve çevre dostu çalışma koşullarını belirlemek ve karar verme sürecinin güvenilirliğini doğrulamaktır. Deneysel çalışmalar kapsamında çeşitli motor yük ve hız seviyelerinde deneyler gerçekleştirilmiştir. Performans kriterleri olarak güç, tork, verimlilik, özgül yakıt tüketimi ile karbonmonoksit (CO), karbondioksit (CO_2), azot oksitler (NOx) ve hidrokarbon (HC) emisyonları dikkate alınmıştır. Her bir kritere uzman görüşlerine dayalı olarak ağırlıklar atanmış ve ham veriler normalize edilerek analiz süreci başlatılmıştır. TOPSIS yöntemi, her bir alternatifin ideal çözüme olan yakınlığına göre sıralanmasını sağlamış ve en uygun motor çalışma koşulu belirlenmiştir. Karar verme sürecindeki belirsizliklerin azaltılması amacıyla Type-2 Bulanık Mantık yaklaşımı kullanılmıştır. Böylece kriterler arası ilişkiler daha hassas bir şekilde modellenebilmiştir. Elde edilen TOPSIS skorları, Random Forest, Lineer Regresyon ve Destek Vektör Regresyonu (SVR) algoritmalarıyla tahmin edilmiştir. Makine öğrenmesi modelleri, karar verme sürecinin doğruluğunu destekleyici araçlar olarak kullanılmış ve modellerin tahmin başarımı istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, FMCDM yaklaşımlarının makine öğrenmesi ile entegre edilerek sürdürülebilir ve yüksek verimli motor sistemlerinin tasarımında güçlü bir karar destek sistemi oluşturabileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: TOPSIS, motor performansı, makine öğrenmesi

Abstract

Evaluating engine performance is a multidimensional decision-making process that requires the simultaneous consideration of various technical, environmental, and economic criteria. In this study, the TOPSIS technique, one of the Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making (FMCDM) methods, is applied to analyze the performance of internal combustion engines. Furthermore, the decision scores obtained from the TOPSIS method are compared with the predictions of

various machine learning models. The primary objective of the study is to determine the most efficient and environmentally friendly operating conditions of the engine and to validate the reliability of the decision-making process. Experimental tests were conducted at different engine load and speed levels. Performance evaluation criteria included power, torque, efficiency, specific fuel consumption, and emissions such as carbon monoxide (CO), carbon dioxide (CO_2), nitrogen oxides (NOx), and hydrocarbons (HC). Each criterion was assigned a weight based on expert opinion, and raw data were normalized to initiate the analysis. The TOPSIS method ranked the alternatives according to their proximity to the ideal solution and identified the most suitable engine operating condition. To reduce uncertainties in the decision-making process, the Type-2 Fuzzy Logic approach was employed, enabling a more precise modeling of the relationships among the criteria. The resulting TOPSIS scores were predicted using machine learning algorithms such as Random Forest, Linear Regression, and Support Vector Regression (SVR). These models were utilized as supportive tools to verify the accuracy of the decision-making process, and their prediction performance was evaluated statistically. The findings demonstrate that integrating FMCDM approaches with machine learning techniques can provide a robust decision support system for the design of sustainable and high-efficiency engine systems.

Keywords: TOPSIS, engine performance, machine learning

FLEXURAL BEHAVIOR OF FIBER ROPE CORE-BASED SANDWICH COMPOSITES

ELYAF HALAT ÇEKİRDEKLİ SANDVİÇ KOMPOZİTLERİN EĞİLME DAVRANIŞLARI

Adem GÜNDOĞDU[1]. Volkan ACAR[2], Merve YAZICI[2], Ferit ÇAKIR[3]

[1]Yüksek Lisans Öğrencisi, Milli Savunma Bakanlığı Askeri Fabrikalar Genel Müdürlüğü, Kompozit Malzemeler

[2]Dr. Öğr. Üyesi, Atatürk Üniversitesi, Kompozit Malzemeler, 0000-0001-7412-301X

[2]Arş. Gör., Atatürk Üniversitesi, Kompozit Malzemeler,

[3]Prof. Dr., Gebze Teknik Üniversitesi, Yapıda Kompozit Malzemeler,

0000-0002-9641-2004

Özet

Elyaf takviyeli kompozit malzemeler havacılık, denizcilik ve otomotiv endüstrilerinde sıkça kullanılmaktadır. Bahsedilen endüstrilere ek olarak, son yıllarda kompozit malzemelerin yapı uygulamalarında da kullanıldığı gözlenmektedir. Bu uygulamalardan biri de karbon, cam ve bazalt gibi çokça kullanılan elyaflardan üretilen halatların termoset reçineler ile kompozit haline getirilerek kullanılmasıdır. Kompozit halatlar genellikle yapı güçlendirmesi ya da restorasyon uygulamalarında kullanılmaya başlanmıştır. Bu halatların diğer sektörler de kullanılması amacıyla bu ürünlerden farklı kompozit yapıların üretilmesi ve karakterize edilmesi, elyaf halat literatürü ve sektör açısından farkındalık oluşturacaktır. Bu çalışmada; alt ve üst yüzeye yerleştirilen karbon elyaf kumaşlar arasına yerleştirilen 8 mm çapında cam, karbon ve bazalt elyaf halatlar el yatırma tekniği kullanılarak epoksi bazlı reçine ile ıslatılmış ve vakum torbalama tekniği ile sandviç kompozitler üretilmiştir. Daha sonra, üretilen sandviç kompozitlerden su jeti marifeti ile ASTM D790 standardındaki temel prensipler baz alınarak test numuneleri elde edilmiş ve üç nokta eğilme testleri icra edilmiştir. Yapılan testler sonucunda bazalt elyaf halat sandviç kompozitlerin karbon ve cam elyaf halatlı numunelere kıyasla daha yüksek eğilme performansı gösterdiği anlaşılırken, cam elyaf halatlı numunelerin ise en düşük performansı gösterdiği görülmüştür. Bu kapsamda, bazalt elyaf halatlı sandviçlerdeki eğilme mukavemeti cam elyaflı numunelerden %15.64 fazla hesaplanırken, karbon elyaflı numunelerdeki artış ise %10.19 olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca, tüm numunelerin uzama ve eğilme modülü performansları da incelenerek kapsamlı bir eğilme davranışı karşılaştırması yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Elyaf Halat, Sandviç, Eğilme.

Abstract

Fiber-reinforced composites are widely used in the aerospace, marine, and automotive industries. In recent years, composite structures have also been used in construction applications. In addition to the mentioned industries, it has been observed that composite materials have also been used in construction applications in recent years. One of these applications is the use of ropes made of commonly used fibers such as carbon, glass, and basalt,

which are formed into composites with thermosetting resins. Composite ropes are mainly utilized in construction reinforcements or restoration applications. The manufacturing and characterization of different composite structures from these ropes in order to use these materials in other industries would create awareness in terms of fiber rope literature and the industry. In this study, glass, carbon, and basalt fiber ropes with a diameter of 8 mm were placed between carbon fiber fabrics on the upper and bottom surfaces. The ropes were wetted with epoxy-based resin using the hand lay-up technique, and sandwich composites were manufactured using the vacuum bagging technique. Afterward, test specimens were prepared from the sandwich composites by water jet based on the basic principles of ASTM D790 standard, and three-point bending tests were performed. The tests revealed that basalt fiber rope sandwich composites showed higher flexural performance compared to carbon and glass fiber rope specimens, while glass fiber rope specimens showed the lowest performance. In this regard, the flexural strength of basalt fiber rope sandwiches was 15.64% higher than that of glass fiber specimens, while the increase in carbon fiber specimens was 10.19%. In addition, a comprehensive comparison of flexural behavior was also made by examining the elongation and flexural modulus performance of all specimens.

Keywords: Fiber Rope, Sandwich, Bending.

DETECTION OF BEAN LEAF DISEASES WITH CUSTOM LIGHTWEIGHT CNN ARCHITECTURES

HAFİF YAPILI ÖZEL CNN MİMARİLERİYLE FASULYE YAPRAK HASTALIKLARININ TESPİTİ

Yavuz ÜNAL[1]

[1]Dr. Öğr. Üyesi, Sinop Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği, 0000-0002-3007-679X

Özet

Fasulye, anavatanı Orta ve Güney Amerika olan, günümüzde ise Avrupa, Asya ve Afrika'da yetiştirilebilen bir bitkidir. Genellikle çalı, sarılıcı veya tırmanıcı formda olup, yaprakları üç parçalıdır. Farklı renklerde tohum çeşitleri bulunmaktadır. Kurutulmuş tohumları ya da yeşil meyve kısmı gıda olarak tüketilebilmektedir. Genetik çeşitliliği sayesinde farklı iklim ve toprak yapılarına uyum sağlayabilmektedir. Yapısında yüksek oranda bitkisel protein bulunmakta olup, gelişmekte olan ülkelerde temel protein kaynaklarından biri olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca lif ve mineral açısından da zengindir. Birçok bitkide olduğu gibi, çeşitli hastalık ve zararlılara maruz kalabilmektedir. Bunların başında yaprak leke hastalığı, kök çürüklüğü, virüs kaynaklı sararma ve kırmızı örümcek akarları gelmektedir. Bu çalışmada, fasulye yaprak hastalıklarının yaprak görüntüleri üzerinden derin öğrenme yöntemleriyle tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, Kaggle platformunda herkese açık olarak yayımlanmış ve 1295 görüntüden oluşan bean leaf veri seti kullanılmıştır. Veri seti fasulye yaprak görüntülerini içermekte olup, üç sınıftan oluşmaktadır: fasulye pası (bean rust), açılı yaprak lekesi (angular leaf spot) ve sağlıklı (healthy). Sınıflandırma aşamasında hafif yapılı (lightweight) bir evrişimli sinir ağı (CNN) modeli kullanılmıştır. Bu özel CNN modelinde toplam 19 katman yer almaktadır: 6 adet evrişim (Conv2D) katmanı, 4 adet havuzlama (Pooling) katmanı, 5 adet katman normalizasyonu (Batch Normalization) katmanı, 2 adet yoğun (Dense) katman, 1 adet bırakma (Dropout) katmanı ve 1 adet düzleştirme (Flatten) katmanı bulunmaktadır. Veri seti eğitim, test ve doğrulama olmak üzere üçe ayrılmıştır. Model, 60 eğitim döngüsü (epoch) boyunca eğitilmiştir. Yapılan analizler sonucunda test verisi üzerinde %92,19 doğruluk oranı elde edilmiştir. Fasulye yapraklarındaki hastalıkların sınıflandırılmasında, önceden eğitilmiş ağların yanı sıra bu tür özel olarak tasarlanmış hafif yapılı CNN ağlarının da başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür. Hafif yapılı ağlar; düşük hesaplama süresi, az parametre gereksinimi ve donanım dostu yapısı ile önemli avantajlar sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Fasülye yaprak hasatlıkları, görüntü işleme, derin öğrenme

Abstract

Bean is a plant that is native to Central and South America and can be grown in Europe, Asia and Africa today. It is usually in the form of a bush, vine or climber and has three-part leaves. It has different colored seed varieties. Dried seeds or green fruit part can be consumed as food. Thanks to its genetic diversity, it can adapt to different climates and soil structures. It has a high amount of plant protein in its structure and stands out as one of the main protein sources in developing countries. It is also rich in fiber and minerals. As in many plants, it can be exposed to various diseases and pests. The most important of these are leaf spot disease, root rot, virus-

induced yellowing and red spider mites. In this study, it is aimed to detect bean leaf diseases from leaf images with deep learning methods. In this context, the bean leaf dataset consisting of 1295 images, which is publicly published on the Kaggle platform, was used. The dataset contains bean leaf images and consists of three classes: bean rust, angular leaf spot and healthy. A lightweight convolutional neural network (CNN) model was used in the classification phase. This special CNN model has a total of 19 layers: 6 convolution (Conv2D) layers, 4 pooling layers, 5 batch normalization layers, 2 dense layers, 1 dropout layer and 1 flatten layer. The dataset was divided into three as training, test and validation. The model was trained for 60 training cycles (epochs). As a result of the analyzes, 92.19% accuracy rate was obtained on the test data. In addition to pre-trained networks, it has been observed that such specially designed lightweight CNN networks also give successful results in the classification of diseases on bean leaves. Lightweight networks offer significant advantages with their low computation time, low parameter requirements and hardware-friendly structure.

Keywords: Bean leaf disease, image processing, deep learning

1. INTRODUCTION

Originally from South America, beans are a very healthy crop grown in many areas of the world (Singh et al., 2023). Though some may be bush-like, others have a climbing or creeping structure.

Though originally from South America, Phaseolus vulgaris is a significant legume species found all over the world. Especially Latin American nations, particularly Brazil and Mexico, take the lead in both manufacturing and use (Rodríguez-Lira et al., 2024). Widely grown in nations including Kenya, Ethiopia, Rwanda, and Tanzania, the African continent is regarded as a significant source of plant-based protein. Countries including China, India, Nepal, and Indonesia create it in both fresh and dried versions in Asia. The United States and Canada are major countries in bean production in North America. Apart from nations like Italy, France, Spain, and Poland, Turkey's production of several kinds of beans, both eaten fresh and processed as dry legumes, is common across Europe as well, especially in the Black Sea, Central Anatolia, and Aegean areas. This broad global spread obviously shows the bean's capacity to fit various climate and soil conditions as well as its nutritional relevance (Wang et al., 2025).

Because of their great protein, fibre, vitamin, and mineral content, beans are quite vital for human diet. Furthermore, by creating a symbiotic connection with root bacteria able to fix nitrogen in the soil, it promotes soil fertility and supports sustainable farming practices. Its numerous types that can fit various climate conditions help it to thrive both in open areas and under shade (Gomez et al., 2024). But many illnesses and pests harming bean crops create major problems by lowering output and quality. Especially fungal, bacterial, and viral infections produce different symptoms in leaves, roots, and fruits, hence restricting the growth of the plant and generating financial losses (Jeong & Na, 2024).

Image processing has recently been successfully used in the early diagnosis and classification of many plant diseases. Thanks to this method, disease symptoms can be identified before they are noticeable to the human eye, allowing for timely intervention. An automatic analysis of disease symptoms such as leaf spots, color changes, deformations, and tissue damage are particularly possible using AI-supported image processing techniques. This way, yield loss in agricultural production is prevented, and pesticide use is conducted in a more controlled manner (Serttaş & Deniz, 2023).

Lightweight customized CNN architectures were used in this work to classify bean leaf diseases. The created models both reduce the training time and offer good classification accuracy with fewer hardware needs by means of their limited number of parameters and optimal layer topologies.

2. MATERIAL and METHODS

In this section, the dataset, model architecture, training procedure, and evaluation metrics used in the study are described in detail.

2.1. Dataset

In the study, a bean leaf dataset obtained from the Kaggle platform was used. The dataset contains a total of 1295 bean leaf images. The classes in the dataset and the amount of data in the training, test and validation sets of each class are given in Table 1.

Table 1

Distribution of the dataset according to training, testing and validation

Train	
Class	**Count**
Angular leaf Spot	345
Bean Rust	348
Healthy	342
Test	
Class	
Angular leaf Spot	43
Bean Rust	43
Healthy	43
Validation	
Class	
Angular leaf Spot	44
Bean Rust	45
Healthy	44

The dataset used in this study consists of three different classes of bean leaves (Angular leaf spot, Bean rust and Healthy). The data is divided into three subsets as training, test and validation. The training set contains an average of 345 examples from each class (Angular leaf spot: 345, Bean rust: 348, Healthy: 342). The test set, which is separated to evaluate the

generalization ability of the model, contains 43 images from each class, and this distribution shows a balanced structure. Similarly, the validation set also contains approximately equal numbers of examples from each class (Angular leaf spot: 44, Bean rust: 45, Healthy: 44). Sample images from the three classes in the dataset are given in Figure 1.



Figure 1. Sample images of classes in the dataset

2.2 Lightweight CNN

Lightweight CNN (lightweight convolutional neural network) architectures have been created to let deep learning models run effectively on devices with restricted hardware capabilities. Aiming toward equal accuracy with less parameters and less computing expenses than conventional CNNs, these designs Generally favored for mobile devices, embedded systems, or real-time applications, these structures provide significant benefits in terms of lowering model size, processing time, and energy use. Examples of lightweight CNNs include architectures such as MobileNet, SqueezeNet, ShuffleNet and EfficientNet-Lite. Such networks provide sustainable solutions for data processing and are commonly employed in field applications, particularly in sectors like agriculture, health and manufacturing (Taspinar, 2023).

2.3 Evaluation Metrics

Evaluation criteria show how accurately and dependably machine learning and deep learning models operate. The fundamental measures applied in this work are accuracy, precision, recall, and F1-score. Among all instances, accuracy reflects the model's correct prediction rate; precision reveals how many of the anticipated positive cases are truly positive. Recall is the measure of how many of the true positive instances the model accurately predicted. Especially in situations of class imbalance, F1-score, the harmonic mean of the precision and recall values, offers a fairer assessment (Khan et al., 2024).

3. RESULTS

This part will cover in depth results on the performance of the created model.

The model's training and testing procedures were conducted in a cloud-based computing environment using a multi-core processor running at 2.4 GHz and an NVIDIA Tesla T4 GPU within the study's scope. The virtual machine running the environment had around 12 GB of GPU memory and 25 GB of system memory (RAM).

Table 2 reveals the hyperparameter values used throughout model training and evaluation.

Table 2

Hyperparameters used during the training of the lightweight CNN model.

Hyperparameters	**Value**
Input image size	(224x224)
Batch size	32
Number of Epoch	60
Initial learning rate	0.01
Minimum learning rate	0.000001
Droup rate	0.6
Optimizer	Adam
Loss function	Categorical Crossentropy
Callback	ReducedOnPlateau
Rescale	1./255
Rotation range	20
Width/Height shift range	0.1
Zoom range	0.2
Shear range	0.1
Brightness range	0.8-1.2
Horizontal flip	False
Fill mode	Nearest

The hyperparameters in Table 2 consist of fundamental configurations that directly influence the model's training and performance. Particularly appropriate and typical selections for multi-class classification tasks are the Adam optimization approach and the selection of categorical crossentropy loss function. Furthermore, the ReduceLROnPlateau callback increases the stability of the training process by dynamically lowering the learning rate while the validation loss of the model stays constant. These parameters set the model to exhibit equal performance in both accuracy and generalization.

Figure 2 shows the changes in accuracy and loss values of the model's training process over epochs.

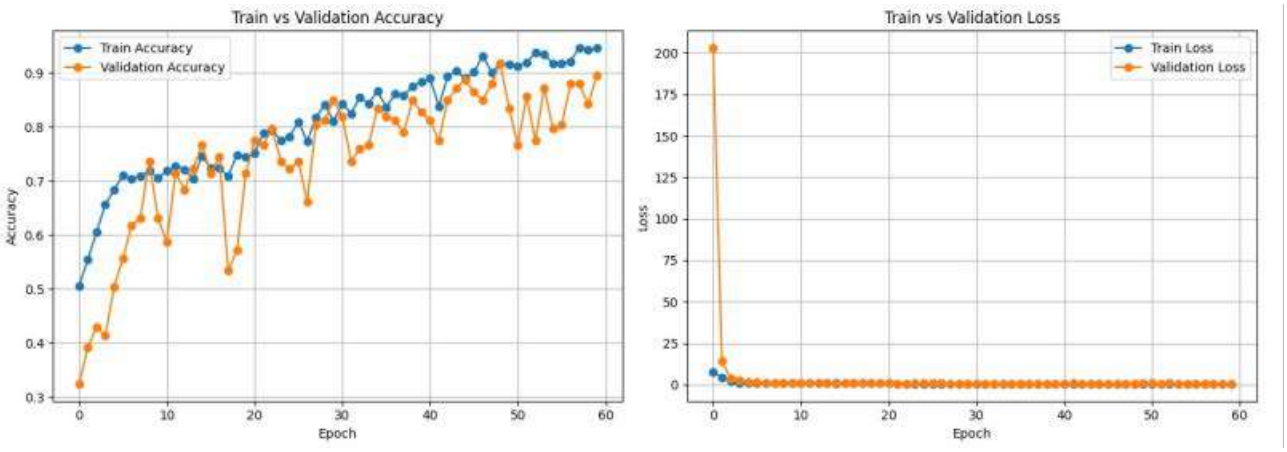


Figure 2. Training and validation accuracy and loss curves of the lightweight CNN model

The left graph shows a general tendency for training and validation accuracy to rise. While the training accuracy increases steadily and reaches approximately 95%, the validation accuracy, although it shows fluctuations from time to time, generally shows a steady improvement trend and reaches approximately 90%. The loss graph on the right shows that both the training and validation loss drop significantly in the first few epochs and then stay constant at low levels. The fact that the validation loss starts quite high at a very early stage indicates that the model cannot distinguish between classes at the beginning but adapts in a short time.

The complexity matrix obtained in the study is given in Figure 3.

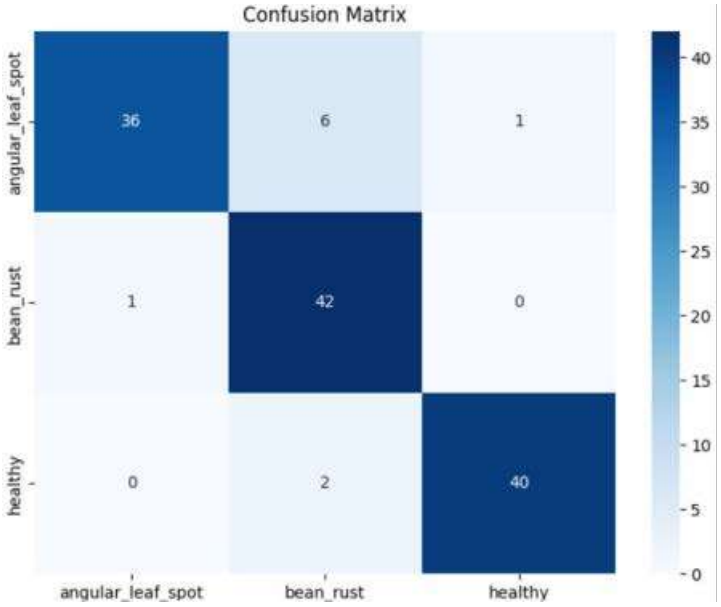


Figure 3. Confusion matrix of the test results for the lightweight CNN model.

The confusion matrix of the classification outcomes produced by the model on the test data is shown in Figure 3. The model predicted just one example from the bean rust class wrong and classed it with very high accuracy. While 2 cases were wrongly identified as bean rust, 40 valid classifications were done in the healthy class. A total of 36 accurately predicted occurrences in the angular leaf spot class, 6 labeled as bean rust, and 1 wrongly classified as healthy. The model demonstrated great discrimination across the three categories; nonetheless, some angular leaf spot and bean rust class confusion were noted.

Table 3 presents the evaluation metrics obtained from the classification stage of the model.

Table 3

Evaluation metrics of the proposed lightweight CNN model for bean leaf disease classification.

Model	Accuracy	Precision	Recall	F1-score
Lightweight CNN	92.19	0.93	0.92	0.92

Table 3 shows that the lightweight CNN model achieved an accuracy of 92.19%, indicating strong overall performance in classifying bean leaf diseases. The precision and recall values, 0.93 and 0.92 respectively, reflect the model's ability to correctly identify diseased samples while minimizing false positives and false negatives. The F1-score of 0.92 demonstrates a balanced trade-off between precision and recall, confirming the robustness of the model even under limited complexity and computational cost.

4. CONSLUSIONS

This paper presents a lightweight convolutional neural network (CNN) design to categorize typical illnesses seen on bean plants. The proposed model achieved high classification performance with an accuracy of 92.19%, demonstrating its effectiveness despite its reduced computational complexity. The model was able to generalize successfully to unseen data by using suitable regularization approaches and data augmentation strategies. The experimental results suggest that lightweight CNN architectures can serve as practical and efficient tools for plant disease detection, particularly in environments with limited computational resources such as mobile or edge devices. Future research could concentrate on including the system into real-time field monitoring systems and extending the model's relevance to other plant species.

5. REFERENCES

Gomez, D., Selvaraj, M. G., Casas, J., Mathiyazhagan, K., Rodriguez, M., Assefa, T., Mlaki, A., Nyakunga, G., Kato, F., Mukankusi, C., Girma, E., Mosquera, G., Arredondo, V., & Espitia, E. (2024). Advancing common bean (Phaseolus vulgaris L.) disease detection with YOLO driven deep learning to enhance agricultural AI. *Scientific Reports*, *14*(1), 15596. https://doi.org/10.1038/s41598-024-66281-w

Jeong, H. Y., & Na, I. S. (2024). Efficient Faba Bean Leaf Disease Identification through Smart Detection using Deep Convolutional Neural Networks. *LEGUME RESEARCH - AN INTERNATIONAL JOURNAL*, *Of*. https://doi.org/10.18805/LRF-798

Khan, S. U. R., Asif, S., Bilal, O., & Ali, S. (2024). Deep hybrid model for Mpox disease diagnosis from skin lesion images. *International Journal of Imaging Systems and Technology*, *34*(2), e23044. https://doi.org/10.1002/ima.23044

Rodríguez-Lira, D.-C., Córdova-Esparza, D.-M., Álvarez-Alvarado, J. M., Romero-González, J.-A., Terven, J., & Rodríguez-Reséndiz, J. (2024). Comparative Analysis of YOLO Models for Bean Leaf Disease Detection in Natural Environments. *AgriEngineering*, *6*(4), 4585–4603. https://doi.org/10.3390/agriengineering6040262

Serttaş, S., & Deniz, E. (2023). Disease detection in bean leaves using deep learning. *Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series A2-A3 Physical Sciences and Engineering*, *65*(2), 115–129. https://doi.org/10.33769/aupse.1247233

Singh, V., Chug, A., & Singh, A. P. (2023). Classification of Beans Leaf Diseases using Fine Tuned CNN Model. *Procedia Computer Science*, *218*, 348–356. https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.017

Taspinar, Y. S. (2023). Light weight convolutional neural network and low-dimensional images transformation approach for classification of thermal images. *Case Studies in Thermal Engineering*, *41*, 102670. https://doi.org/10.1016/j.csite.2022.102670

Wang, Y., Wang, Q., Su, Y., Jing, B., & Feng, M. (2025). Detection of kidney bean leaf spot disease based on a hybrid deep learning model. *Scientific Reports*, *15*(1), 11185. https://doi.org/10.1038/s41598-025-93742-7

VIBRATION MODEL AND SIMULATION OF AN E-SCOOTER WITH ITS RIDER

SÜRÜCÜSÜYLE BİRLİKTE BİR E-SCOOTER'UN TİTREŞİM MODELİ VE SİMÜLASYONU

Muhammed Said BİRHAN [1], Muhammed Emin Kula [2]
Bilal USANMAZ [3], Ömer GÜNDOĞDU [4]

[1]YL Öğrencisi, Atatürk Üniversitesi, Makine Mühendisliği, 0009-0005-0822-8098
[2]YL Öğrencisi, Atatürk Üniversitesi, Makine Mühendisliği, 0009-0002-6718-031X
[3]Dr. Öğr. Üyesi, Atatürk Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği, 0000-0003-0531-4618
[4]Prof. Dr. Atatürk Üniversitesi, Makine Mühendisliği, 0000-0005-2656-4181

Özet

Sürdürülebilirlik açısından önemli hale gelen akıllı hareketlilik dünyanın birçok yerinde ve ülkemizde de giderek yaygın hale gelmektedir. Akıllı hareketlilik kapsamında kullanımı giderek artan elektrikli scooterlar hava kirliliği ve trafik sıkışıklığı problemlerine yönelik iyi bir çözüm olmuştur. Uygun fiyatlı, çevre dostu ve hafif araçlar olmasından dolayı kentsel mobilitenin ilgi odağı haline gelmiştir. Olumlu etkilerinin yanında zayıf güvenlik gereksinimleri ve rahatsızlık sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Son zamanlarda özellikle büyük şehirlerde ve gençler arasında artan scooter kullanımının maruz kalınan titreşim açısından incelenmesi gerek scooter tasarımlarını gerekse trafikte kullanımlarının regülasyonlarının geliştirilmesi açısından önemlidir. Tüm bu sebeplerden dolayı tasarım, güvenlik ve konfor düzenlemelerini iyileştirmek için bilim insanları tarafından performans ve konfor çalışmaları yapılmaktadır.

Bu çalışmada bir e-scooter sürücüsüyle birlikte modellenmiş ve bir kasisten belirli hızlarda (5 km/s, 10 km/s ve 15 km/s) geçerken sürücünün maruz kaldığı tüm vücut ve el-kol titreşimleri için benzetimi yapılmıştır. Deneyler on sağlıklı katılımcı (beş erkek ve beş kadın) ile gerçekleştirilmiştir. Model, rijit cisim olarak kabul edilen bir scooter ile iki kütle şeklinde düşünülmüş dört serbestlik derecesine sahip bir sürücüden ibarettir. Model, scooter gövdesinden tüm vücut titreşimlerine ve direksiyondan el-kol titreşimlerine maruz kaldığı ve belden bükülmeden scooter üzerinde salınabileceği hesaba katılarak geliştirilmiştir. Benzetimler sonucunda tüm vücut titreşimleri ve el-kol titreşimleri elde edilebilecektir. Bu çalışmada başın maruz kaldığı düşey ivmeler, bir kasisten geçerken hesaplanmış ve grafikler halinde sunulmuştur. Çalışmanın birinci aşamasında teorik alt yapı oluşturulmaya çalışılmıştır. Sonraki aşamada deneysel çalışmalarla model geliştirilecek ve teorik benzetim sonuçlarıyla deneysel verilerin sonuçları kıyaslanacaktır.

Anahtar kelimeler: E-scooter, tüm vücut titreşimleri, el-kol titreşimleri, kasis

Abstract

Smart mobility, which has become important in terms of sustainability, is becoming increasingly widespread in many parts of the world and in our country. Electric scooters, which are increasingly used within the scope of smart mobility, have become a good solution to the problems of air pollution and traffic congestion. It has become the focus of urban mobility due to its affordable, environmentally friendly and lightweight vehicles. Despite its positive effects,

it has also brought about problems of poor security requirements and discomfort. It is important to examine the increasing use of scooters, especially in big cities and among young people, in terms of exposure to vibration, in order to improve both scooter designs and regulations for their use in traffic. For all these reasons, performance and comfort studies are carried out by scientists to improve design, safety and comfort regulations.

In this study, an e-scooter was modeled with its driver and the whole body and hand-arm vibrations that the driver is exposed to while passing over a bump at certain speeds (5 km/h, 10 km/h and 15 km/h) were simulated. Experiments were conducted with ten healthy participants (five males and five females). The model consists of a scooter considered as a rigid body and a driver with four degrees of freedom considered as two masses. The model was developed taking into account that the scooter is exposed to whole-body vibrations from the body and hand-arm vibrations from the steering wheel, and that it can be swung on the scooter without bending at the waist. As a result of simulations, whole body vibrations and hand-arm vibrations can be obtained. In this study, the vertical accelerations to which the head is exposed while passing over a speed bump are calculated and presented in graphs. In the first stage of the study, an attempt was made to establish a theoretical infrastructure. In the next stage, the model will be developed through experimental studies and the results of theoretical simulations will be compared with the experimental data.

Keywords: E-scooter, whole body vibrations, hand-arm vibrations, speed bumps

1. INTRODUCTION

Global climate change creates social awareness about adopting sustainable lifestyles. The increasing trend in urbanization and the problems brought about by climate change have led city dwellers to seek sustainable solutions. Factors that make transportation unsustainable, such as human mobility, vehicle density and traffic congestion, can cause negative impacts in the form of road accidents, noise pollution and exhaust emissions. For all these reasons, urban planners and mobility experts are trying to change people's transportation choices by exploring less energy-intensive alternatives such as cycling and walking. Among the application methods for sustainable urban transportation in cities, electric vehicles have taken an advantageous position, and there has been an 800 percent increase in the sale of electric vehicles in the last 5 years. (Kumar et al. 2022). Electric vehicles are small and quite complex structures equipped with low-energy electric motors powered by a rechargeable battery. E-scooters, e-kick scooters and e-bikes are the most common of these vehicles.

Among electric personal vehicles, e-scooters stand out from the rest with their environmental friendliness, low cost, practicality, flexibility, speed and effective use. It has become a means of transportation used on streets and avenues instead of specially designated areas such as bicycle paths. E-scooters are seen as a green alternative to cars and motorcycles in urban areas to reduce carbon emissions and relieve traffic congestion. Due to its popularity, e-scooters have expanded their geographic footprint to 626 cities in 53 countries in the US, Europe and Asia after two years of their first use. (Posirisuk et al. 2022).

The fact that e-scooters have become a popular transportation alternative in urban and campus areas has led to increased social concerns about the use and safety of these electric vehicles. The fact that they can be easily used on pedestrian paths, bicycle paths or vehicle paths causes negative feedback from other stakeholders sharing the same road. The research conducted focuses on understanding the safety of e-scooters and the behavior and attitudes of drivers. Some of the studies conducted in this context are summarized below.

In a study conducted by Failli et al. (2023), the effect of tire pressure on braking was investigated when an electric scooter was braked hard while driving at a constant speed with different tire pressures. The experiments were repeated for tire pressures of 1.8, 2.4 and 3.0 bar, respectively. A total of 15 experiments were conducted at a speed of 50 km/h for each tire pressure. Results were shared based on the acceleration data obtained from the experiments.

In a study conducted by Vella et al. (2024), the vibrations coming from the e-scooter while riding in a realistic environment created by a bicycle path with seven speed bumps were evaluated. Experiments were conducted on 14 healthy individuals, 7 males and 7 females, at two different speeds (5 km/h and 25 km/h). The study included non-parametric statistical analyses based on driver characteristics such as e-scooter speed, gender and mass.

In a study conducted by Tsuruoka et al. (2024), experiments were conducted in which the stiffness of the suspension elements of the e-scooter was changed and road irregularities were taken into account. In these experiments, two types of wheels made of hard rubber with different diameters were used. The e-scooter was replicated for different speeds (5, 10, 15, 20 and 25 km/h) and the effects on driver comfort and health were investigated.

In this study, the mechanical vibrations that e-scooters and their drivers, which are used extensively in urban transportation, are exposed to were investigated in terms of whole body and hand-arm vibrations that the driver is exposed to. The aim of the study is to first determine the dimensions of vibrations that electric scooter users are exposed to through a dynamic model, then compare these results with experiments to be conducted, establish more detailed models and determine model parameters. The simulations were designed in such a way that the subjects jumped/overcame bumps with the e-scooter at different speeds (1 and 3 m/s) in accordance with the planned experiments. Since accelerations can be measured with accelerometers that can provide wireless communication from different points in the experiments, the model warning input was the speed bump, while the output was the accelerations to which the head and hands were exposed.

2. MATERIALS AND METHODS

In this study, a vibration model of a scooter with its driver was established and simulated. Six second order differential equations were obtained using Newton's equations of motion and simulations were performed using MATLAB. In the later stages of the project, improvements will be made to the model by comparing the results obtained from the theoretical model with the results obtained from the experimental study using vibration meters.

2.1. Modeling

The system examined in this study consists of a vibration model together with an e-scooter driver. The physical model is a mechanical system with a total of 6 degrees of freedom, similar to the model given by Asperti et al. (2021) (Fig. 1). Specifically, the scooter is considered as a rigid body with two degrees of freedom and the driver is considered as a lumped mass model with three translational and one rotational degrees of freedom. The equations of motion of the scooter were derived using Newton's second law and the parameter values were created based on the data from the aforementioned study. (Table 1).

Table 1.

Parameter values used in simulations (Asperti et al., 2021).

Masses (kg)	Spring Constants (N/m)	Damping Constants (Ns/m)
M = 75 kg (driver) m_A = 0.554´M m_B = 0.456´M m_R = 10 kg (Rear battery) m_F = 10 kg (front battery)	k_A = 4.39e3´M k_B = 5.53e2´M k_C = 800 N/m k_D = 2000 N/m k_{TF} = 80´10^3 N/m k_{TR} = 80´10^3 N/m k_E = 500 N/m	c_A = 3.99*M c_B = 4.37*M c_C = 40 Ns/m c_D = 125 Ns/m

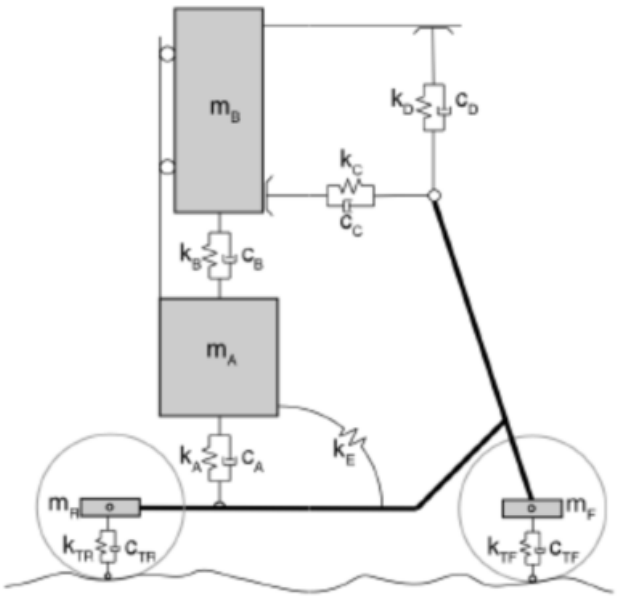


Fig 1. Physical model of e-scooter and driver (Asperti et al., 2021).

The 6 linear differential equations representing the behavior of the physical model are then written in the form of state spaces:

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{Ax} + \mathbf{Bu}$$

Here **A** and **B** are the state and input matrices and **x** and **u** are called state and input vectors. The output vector **y** is designed as the vertical accelerations on the head and the accelerations on the hands.:

$$\mathbf{y} = \mathbf{Cx} + \mathbf{Du}$$

Here, **C** and **D** matrices are the output and direct transmission matrices, respectively. (Vu and Esfandiari, 1997).

4. RESULT, DECLARATIONS

The above equations of motion expressed in state spaces were simulated using the ode45 command in the MATLAB program. The parameter values used in the simulations are taken from the article by Asperti et al. (2021). In the calculations, it is assumed that the e-scooter is

flexible and its wheels have no damping. It was assumed that the scooter and its driver were going over a standard bump and the accelerations on the head and hands were calculated.

Simulations were made by taking the scooter speed as 1 m/s and 3 m/s, and the vertical accelerations to which the driver's head is exposed are presented in Figs. 2 and 3, respectively. The two peaks seen in the figures show the vibrations that the system as a whole is exposed to when the front and rear wheels of the scooter pass over the bump. In addition, the horizontal and vertical vibrations to which the hands and arms are exposed while passing over the bump at the same speeds were calculated and in this way the dimensions of the vibration exposed were tried to be estimated. In particular, the root-mean-square (rms) values of head and hand-arm vibrations at these speeds were calculated and compared with the standards and presented in Table 2.

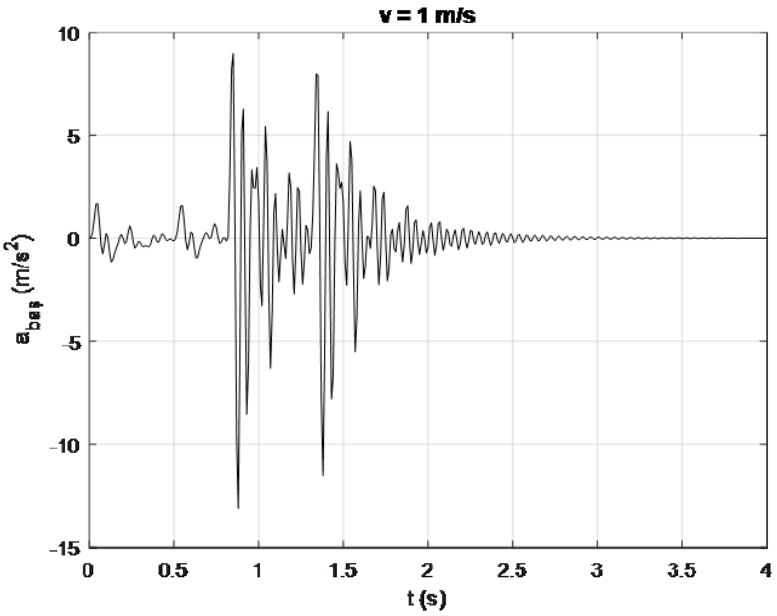


Fig 2. When the scooter speed is taken as 1 m/s, the vertical accelerations occurring.

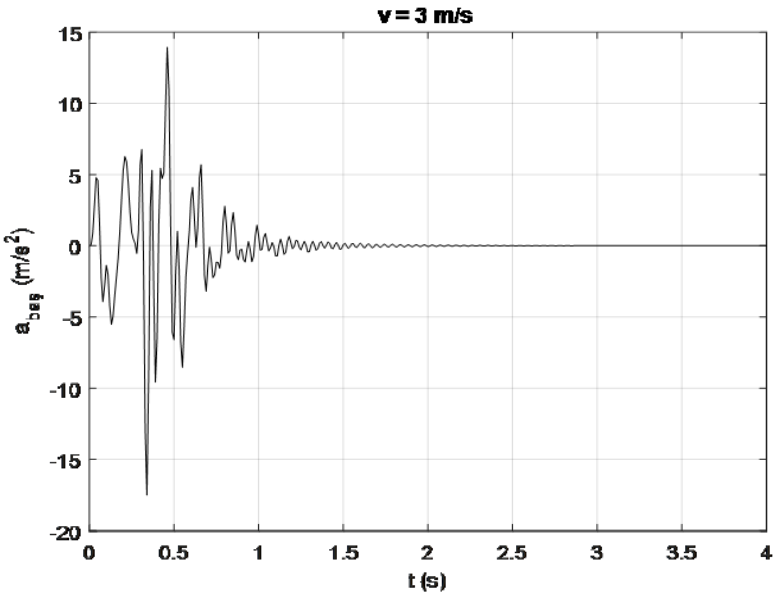


Fig 3. When the scooter speed is taken as 3 m/sec, the vertical accelerations occurring.

Table 2.

RMS values of head and hand-arm vibration accelerations.

	RMS (m/s^2) (v = 1 m/s)	**RMS** (m/s^2) (v = 3 m/s)
Head	1.9970	2.2540
Hand-Arm	2.8242	3.1877

In this study, an e-scooter and its driver are modeled. The model is designed with 4 degrees of freedom to reflect both the driver's whole body vibrations and hand-arm vibrations. The scooter is considered as a rigid body and modeled as a system with 2 degrees of freedom.

Simulations were performed at two driving speeds, 1 m/s and 3 m/s, and passing over a standard bump. As a result of the simulations, the resultant of the vertical vibrations to which the driver's head is exposed and the horizontal and vertical vibrations to which the hands are exposed were obtained in terms of acceleration. The results are presented in figures showing the vibrations caused by both wheels of the scooter as it passes over the bump.

It has been determined that the acceleration dimensions occurring at the head are around 1 gravitational acceleration at maximum. Normally, this level of momentum should not be expected. However, it should not be overlooked that the results are calculated based on the values given in the literature and the assumption that the wheels have no damping. When the rms values of these values are compared with those in the literature, it is seen that especially whole body vibrations are above reasonable levels. There are quite different reasons for the source of this difference. With the measurements, either the parameters will be re-adjusted or different value sets found in the literature will be used.

These accelerations, which are attempted to be determined theoretically, will be verified in experiments with the results of an accelerometer attached to the head. If it is seen that the theoretical results do not meet the measurements, the model and model parameters will be revised by trying other parameter values given in the literature.

In hand-arm vibrations, the resultant of both horizontal and vertical accelerations was found. Again, even though the maximum values of these vibrations appear to be well above the standard, it is seen that they do not exceed the regulatory limits on average (rms). Hand-arm vibrations were also observed to increase with scooter speed.

The current study constitutes the preliminary studies of a project that also includes experimental studies. In the experimental study, data will be collected with accelerometers connected to certain points detected both on the scooter and on the human body. The collected data will be compared with the data obtained from the simulations and in case of incompatibility, both the model and the model parameters will be changed.

5. REFERENCES

Asperti, M., Vignati, M., & Braghin, F. (2021). Modelling of the vertical dynamics of an electric kick scooter. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, *22*(11), 1–9. https://doi.org/10.1109/TITS.2021.3098438

Bai, X.-X., Xu, S.-X., Cheng, W., & Qian, L.-J. (2017). On 4-degree-of-freedom biodynamic models of seated occupants: Lumped-parameter modeling. *Journal of Sound and Vibration*, *402*, 122–141. https://doi.org/10.1016/j.jsv.2017.05.018

Failli, M., Fontanelli, T., Paoletti, E., Bartolozzi, M., Berzi, L., & Savino, G. (2023). Scooter tire pressure influence on a hard braking manoeuvre. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *1264*, 012039. https://doi.org/10.1088/1757-899X/1264/1/012039

Kumar, R. R., Guha, P., & Chakraborty, A. J. E. (2022). Comparative assessment and selection of electric vehicle diffusion models: A global outlook. *Energy Reports*, *8*, 121932. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.121932

Posirisuk, P., Baker, C., Ghajari, M. J. A. A., & Prevention, T. (2022). Computational prediction of head-ground impact kinematics in e-scooter falls. *Accident Analysis & Prevention*, *167*, 106567. https://doi.org/10.1016/j.aap.2022.106567

Tsuruoka, A., Kadokura, H., Shimizu, T., & Aihara, K. (2024). The impact of road and urban infrastructure variances on electric kick scooter travel. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 324–338). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-64417-1_28

Vella, A., Digo, E., Gastaldi, L., Pastorelli, S., & Vigliani, A. J. E. T. (2024). Statistical analysis of the vibrations transmitted from an electric kick scooter to riders. *Journal of Engineering Technology*, *1*, 1–11. https://doi.org/10.1016/j.jengtech.2024.01.001

Vu, H. V., & Esfandiari, R. S. (1997). *Dynamic systems: Modeling and analysis*. McGraw-Hill.

STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF ASTRAGALUS NATURAL FIBER
ASTRAGALUS DOĞAL ELYAFIN YAPISAL KARAKTERİZASYONU

Muhammed Emin KULA[1], Volkan ACAR[2], Yavuz Selim TARİH[3], Ömer GÜNDOĞDU[4]

[1]M.Sc. Candidate, Atatürk Üniversitesi, Kompozit Malzemeler, 0009-0002-6718-031X
[2]Dr. Öğr. Üyesi, Atatürk Üniversitesi, Kompozit Malzemeler, 0000-0001-7412-301X
[3]Dr. Öğr. Üyesi, Bingöl Üniversitesi, Kompozit Malzemeler, 0000-0002-8267-7706
[4]Prof. Dr., Atatürk Üniversitesi, Kompozit Malzemeler, 0000-0003-2656-4181

Özet

Doğal elyaf katkılı kompozitler, doğa dostu, hafif ve yeterli mukavemetli biyokompozitler olarak sınıflandırılabilir. Doğal elyaf katkılı termoset ya da termoplastik kompozit literatüründe geçmiş yıllarda genellikle jüt, keten, bambu, kenevir vb. gibi elyafların kullanıldığı gözlenmektedir. İlgili literatürde, bu elyafların kompozit malzemelerde takviye elemanı olarak kullanılmasındaki verimliliği arttırmak amacıyla elyaf yüzeylerine kimyasal işlemler uygulanarak reçine ile daha iyi yapışma performansı sağlaması hedefine sıkça rastlanılmaktadır. Artan yapışma ve iyileşen arayüzey özellikleri, doğal elyaf takviyeli kompozitlerin mekanik ve ısıl özelliklerini doğrudan etkileyerek daha yüksek performanslı biyokompozitlerin varlığına katkı sunar. Bu çalışma, doğal elyaf takviyeli kompozit alanı açısından oldukça özgün nitelikte değerlendirilebilecek yeni bir doğal elyaf önerisini içermektedir: Astragalus (geven) elyaf. Ülkemiz doğasında da sıkça bulunan Astragalus bitkisinin özellikle gıda teknolojisi, tıp, membran vb. gibi araştırma alanlarında sıkça çalışıldığı, fakat doğal elyaf formunda kompozit malzemelerde takviye elamanı olarak kullanılmadığı anlaşılmıştır. Bu nedenle, Astragalus elyaf üretimi ve karakterizasyonunun doğal elyaf literatürüne önemli katkılar sunacağı düşünülmektedir. Bu kapsamda, ilk olarak, ilgili bitkinin toplanması, toplanan bitkilerin laboratuvarda belirli ve kapsamlı bir prosesten geçirilerek lifler haline getirilmesi sağlanmıştır. Elde edilen doğal elyaflar, yüzey özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla literatürde sıkça yapılan bir alkali işleme maruz bırakılmıştır. Çalışma, genel olarak Astragalus bitkisinden elyaf üretimini, üretilen elyafın karaterizayonunu ve elyafa uygulanan kimyasal işleminin verimliliğini incelemektedir. Bu kapsamda, üretilen Astagalus elyaflar iki geometrik forma getirilmiştir: lif ve ince plakalar. Daha sonra, çekme testi, temas açısı ve FTIR analizleri yapılarak bu özgün doğal elyafların yapısal karakterizasyonları incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Astragalus, Doğal Elyaf, Alkali İşlem.

Abstract

Natural fiber-reinforced composites can be classified as eco-friendly, lightweight, and adequate-strength biocomposites. In the literature of natural fiber-reinforced thermoset or thermoplastic composites, it is generally observed that fibers such as jute, flax, bamboo, hemp, etc., have been used in the past years. In the related literature, in order to increase the efficiency of utilizing these fibers as reinforcement components in composite materials, chemical treatments are applied to the fiber surfaces to provide better adhesion performance with the resin. Increased adhesion and improved interfacial properties directly affect the mechanical and

thermal properties of natural fiber-reinforced composites and contribute to the existence of higher-performance biocomposites. This study presents a new natural fiber proposal that can be considered as a novel natural fiber in the field of natural fiber reinforced composites: Astragalus fiber. The Astragalus plant, widely available in our country's countryside, has been extensively studied in research fields such as food technology, medicine, membranes, etc. However, it is understood that it has not been used as a reinforcement component in composite materials in natural fiber form. Therefore, Astragalus fiber preparation and characterization are thought to make essential contributions to the natural fiber literature. In this context, firstly, the relevant plant was collected, and the collected plants were transformed into fibers by a specific and comprehensive process in the laboratory. The prepared natural fibers were subjected to an alkali treatment, which is frequently conducted in the literature, in order to improve their surface properties. This study investigates the preparation of fibers from Astragalus plants, the characterization of the fibers, and the efficiency of the chemical treatment applied to the fibers. In this context, the Astragalus fibers were formed into two geometrical shapes: yarn and thin plates. Afterward, tensile tests, contact angle, and FTIR analyses were performed to investigate the structural characterization of these novel natural fibers.

Keywords: Astragalus, Natural Fiber, Alkali Treatment.

INHIBITION OF MYELOPEROXIDASE ENZYME BY NAPHTHALENE-2-SULFONAMIDE, 4-NITROBENZENESULFONYL CHLORIDE, 2-FLUOROBENZENESULFONYL CHLORIDE, AND METHANESULFONAMIDE

NAFTALİN-2-SÜLFONAMİT, 4-NİTROBENZENESÜLFONİL KLORÜR, 2-FLOROBENZENESÜLFONİL KLORÜR VE METANSÜLFONAMİT ÜZERİNE MİYELOPEROKSİDAZ ENZİMİNİN İNHİBİSYONU

Hande USANMAZ [1]

[1]**Dr. Öğr Üyesi, Sinop Üniversitesi, Biyokimya, https://orcid.org/0000-0003-3851-9601**

Özet

Miyeloperoksidaz (MPO), nötrofiller ve monositlerde bulunan, hidrojen peroksit kullanarak hipokloröz asit gibi güçlü oksidanlar üreten bir hem içeren enzimdir. Bu reaktif oksidan ürünler, patojenlere karşı savunma sağlasa da, aşırı aktivasyon durumunda doku hasarına ve çeşitli inflamatuvar hastalıklara yol açabilmektedir. Bu nedenle MPO inhibisyonu, inflamatuvar ve kardiyovasküler hastalıkların tedavisinde potansiyel bir terapötik strateji olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmada, dört farklı sülfonamid ve sülfonil klorür türevinin Naftalin-2-sülfonamit, 4-Nitrobenzenesülfonil klorür, 2-Florobenzenesülfonil klorür ve Metansülfonamit MPO üzerindeki inhibe edici etkileri araştırılmıştır. Naftalin türevleri, genellikle antienflamatuvar, antioksidan ya da antikanser potansiyele sahiptir. Naftalin-2-sülfonamit, bazı enzim inhibitörleri veya kanser ilaçları için öncül bileşikler olarak değerlendirilmiştir. 4-Nitrobenzenesülfonil klorür, 2-Florobenzenesülfonil klorür ve Metansülfonamit oldukça reaktif bileşiklerdir, Sülfonamidlerin temel yapı taşıdır. Nitro grubu elektron çeken yapısı sayesinde bileşiği daha reaktif hale getirir. Sentezlerde sülfonamid türevlerinin hazırlanmasında kullanılır. Bu türevler antibakteriyel, antikanser ve antiinflamatuvar etkiler gösterebilir. Bu çalışmada, bu bileşiklerin MPO inhibitör potansiyelleri spektrofotometrik yöntemlerle değerlendirildi ve IC_{50} ile Ki değerleri belirlendi. Elde edilen sonuçlar, aromatik halka yapıları ve elektron çekici gruplara sahip bileşiklerin enzim üzerinde daha güçlü inhibe edici etkiler gösterdiğini ortaya koydu. Test edilen bileşikler arasında, güçlü bir nitro grubunun varlığı nedeniyle Naphthalene-2-sulfonamide, MPO aktivitesini en güçlü şekilde inhibe eden bileşik olarak öne çıktı. Ayrıca, 4-Nitrobenzenesulfonyl chloride, 2-Fluorobenzenesulfonyl chloride ve Methanesulfonamide de önemli ölçüde inhibisyon gösterdi. Bulgular, sulfonamid ve sulfonil klorür türevleri arasındaki yapısal farklılıkların, MPO inhibisyon kapasiteleri üzerinde doğrudan etkili olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, aromatik sulfonil klorürlerin MPO inhibitörü olarak değerlendirilmesi, yeni nesil anti-inflamatuar ajanların tasarımında umut verici bir yaklaşım sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Miyeloperoksidaz, inhibisyon, sülfnilamid

Abstract

Myeloperoxidase (MPO) is a heme-containing enzyme found in neutrophils and monocytes that utilizes hydrogen peroxide to produce potent oxidants such as hypochlorous acid. While these reactive oxidant products contribute to host defense against pathogens, excessive MPO activity can lead to tissue damage and the development of various inflammatory diseases. Therefore, MPO inhibition is considered a potential therapeutic strategy in the treatment of inflammatory and cardiovascular disorders. In this study, the MPO inhibitory effects of four different

sulfonamide and sulfonyl chloride derivatives Naphthalene-2-sulfonamide, 4-Nitrobenzenesulfonyl chloride, 2-Fluorobenzenesulfonyl chloride, and Methanesulfonamide were investigated. Naphthalene derivatives are generally known for their anti-inflammatory, antioxidant, and anticancer potential. Naphthalene-2-sulfonamide has been evaluated as a precursor compound for enzyme inhibitors or anticancer agents. 4-Nitrobenzenesulfonyl chloride, 2-Fluorobenzenesulfonyl chloride, and Methanesulfonamide are highly reactive compounds and represent fundamental structures of sulfonamides. The presence of an electron-withdrawing nitro group enhances the reactivity of these molecules, making them suitable intermediates for the synthesis of sulfonamide derivatives with antibacterial, anticancer, and anti-inflammatory activities. Using spectrophotometric methods, the capacity of several substances to reduce myeloperoxidase (MPO) activity was studied; both IC_{50} and Ki values were obtained to evaluate their inhibitory power. The results showed that compounds with aromatic ring systems mixed with electron-withdrawing substituents tended to show more inhibition. Especially naphthalene-2-sulfonamide turned out to be the most effective inhibitor probably because of a very electron-withdrawing nitro group. Moreover, drugs like methanesulfonamide, 2-fluorobenzenesulfonyl chloride, and 4-nitrobenzenesulfonyl chloride also showed quite strong MPO inhibition. These results show how strongly different chemical structures between sulfonamide and sulfonyl chloride derivatives influence their interaction with MPO. From this point of view, aromatic sulfonyl chlorides seem to provide a good path for the development of fresh anti-inflammatory medicine options.

Keywords: Myeloperoxidase, inhibition, sulfonamide, sulfonyl chloride

1.INTRODUCTION

Enzymes are protein-based biological catalysts that facilitate and accelerate chemical reactions essential for life processes. By specifically binding to their target substrates, they help regulate intracellular metabolic pathways and support the stability of biochemical functions within cells (Berg et al., 2015). When certain molecules interfere with or block enzyme activity either temporarily or permanently this process is referred to as enzyme inhibition. Enzyme inhibition not only contributes to the maintenance of metabolic balance but also plays a critical role in cellular signal transduction, regulation of gene expression, and control of pathological processes (Copeland, 2013).

In pharmaceutical sciences, the significance of enzyme inhibitors is particularly emphasized. It is well established that the excessive or dysregulated activity of certain enzymes contributes to the pathogenesis of many diseases. For instance, acetylcholinesterase inhibitors are commonly used in the symptomatic treatment of Alzheimer's disease; these inhibitors enhance cognitive function by increasing acetylcholine levels in the synaptic cleft (Colović et al., 2013). Similarly, angiotensin-converting enzyme (ACE) inhibitors are essential in the treatment of hypertension, while protease inhibitors play a vital role in the control of HIV infections (Rester, 2008).

The mechanistic basis of enzyme inhibition can be classified into various types depending on how the inhibitor binds to the enzyme: competitive, non-competitive, uncompetitive, and irreversible inhibition. These different mechanisms directly influence the pharmacokinetic and pharmacodynamic properties of inhibitors, thereby guiding drug design processes (Copeland, 2013; Segel, 1993). In addition, kinetic models developed for the quantitative analysis of enzyme inhibition are used to determine the efficacy of inhibitors (e.g., IC_{50}, K_i values) and are decisive in the selection of potential drug candidates (Cornish-Bowden, 2012).

Enzyme inhibition is one of the most extensively studied biochemical mechanisms in modern drug development. The ability of enzymes to control biochemical reactions renders them potential therapeutic targets. In this context, the inhibition of enzymes involved in pathophysiological processes associated with oxidative stress is considered a promising approach in the treatment of inflammatory diseases and degenerative disorders such as cancer (Hammond et al., 2020).

Mostly located in the azurophilic granules of neutrophils, myeloperoxidase (MPO) is a heme-containing enzyme whose production of reactive oxygen species (ROS) during immunological responses is crucial for host defense. MPO specifically accelerates the conversion of chloride ions and hydrogen peroxide (H_2O_2) into hypochlorous acid (HOCl), a very reactive molecule with great antibacterial action. Although this exercise supports immune system, too high or uncontrolled MPO activity has been linked to oxidative damage to cellular components and has been linked in the development of several chronic inflammatory and degenerative diseases including atherosclerosis, rheumatoid arthritis, multiple sclerosis, and some forms of cancer (Arnhold, 2020; Nicholls & Hazen, 2005).
MPO has been a therapeutic focus in the hunt for anti-inflammatory and antioxidant therapeutics because of its pathogenicity in these diseases. Particularly sulfonamide and sulfonyl chloride derivatives, molecules with electrophilic functional groups have demonstrated capacity to bind MPO and hence reduce its activity (Winterbourn et al., 2016). By interacting the active site of an enzyme through interactions enabled by their aromatic frameworks and electron-withdrawing substituents, compounds including naphthalene-2-sulfonamide, 4-nitrobenzenesulfonyl chloride, 2-fluorobenzenesulfonyl chloride, and methanesulfonamide are thought to exert their inhibitory effects. The differences in chemical structure among these compounds provide insightful information for research on structure-activity relationships (SAR) aiming at maximizing MPO inhibitor design.
In general, enzyme inhibition not only reflects a basic biochemical interaction but also forms the pillar of the rational generation of pharmacological medicines. Modern drug development plans depend much on the identification and improvement of new inhibitors.

Using both experimental assays and computational analyses, we investigated in this work the inhibitory characteristics of four sulfonamide and sulfonyl chloride derivatives naphthalene-2-sulfonamide, 4-nitrobenzenesulfonyl chloride, 2-fluorobenzenesulfonyl chloride, and methanesulfonamide against MPO activity. The aim was to investigate how structural characteristics of candidate compounds with therapeutic potential matched with biological activity and to find such molecules.

2. MATERIALS AND METHODS

Purchased from Sigma-Aldrich, all tested compounds—including naphthalene-2-sulfonamide, 4-nitrobenzenesulfonyl chloride, 2-fluorobenzenesulfonyl chloride, and methanesulfonamide—had a reported purity of at least 98%. employed without further purification, other reagents and solvents employed throughout the experimental processes were analytical grade. The reaction media was a phosphate buffer system, and all enzymatic experiments were carried out under regulated temperature at 25°C.

2.1. Myeloperoxidase Activity Assay

Each monomer of the dimeric myeloperoxidase (MPO) enzyme contains a heme group coordinated to an iron atom and one calcium ion. The calcium binding site adopts a pentagonal bipyramidal geometry, which is highly conserved among mammalian peroxidases. This

coordination involves amino acid residues including Ser174 and Phe170 at the extremities and Asp96, Thr168, and Asp172 in the central plane. Notably, Asp96 lies adjacent to the distal His95 and is located on a small peptide chain, contributing to the stabilization of the enzyme's tertiary structure by ensuring the correct positioning of the distal histidine and inter-chain interactions. The removal of the calcium ion leads to protein denaturation (Booth, 1989), indicating its structural importance.

The native MPO contains a ferric (Fe^{3+}) heme group coordinated by four nitrogen atoms of the porphyrin ring and a fifth coordination to the ε-nitrogen of the proximal histidine (His336). The δ-nitrogen of this histidine forms a hydrogen bond with the NH_2 group of Asn421, which is further stabilized by hydrogen bonding with surrounding water molecules, thus maintaining the peroxidase activity of MPO (Fiedler et al., 2000; Zederbauer et al., 2007).

The Michaelis constant (K_m) and maximum reaction rate (Vmax) were determined by measuring MPO activity using O-dianisidine as the substrate at its optimum pH and temperature. Five different substrate concentrations were prepared by diluting the stock solution of O-dianisidine in the range of 0.25 to 1.5 mL. Every reaction mixture had phosphate buffer adjusted to a final volume of 2.8 mL. The reaction was started then using 0.1 mL of hydrogen peroxide (H_2O_2) and 0.1 mL of MPO enzyme solution. Measuring absorbance at 460 nm allowed one to track the enzyme activity spectrophotometristically. Every measurement was done triple. Calculating 1/V and 1/[S] values produced Lineweaver-Burk plots; linear regression based on least squares approach helped to ascertain K_m and Vmax values. Examined were inhibitory effects on MPO activity of naphthalene-2-sulfonamide, 4-nitrobenzenesulfonyl chloride, 2-fluorobenzenesulfonyl chloride, and methanesulfonamide. The half-maximal inhibitory concentration (IC_{50}), inhibition constant (KĠ), and type of inhibition for every chemical were calculated using Lineweaver-Burk plots. Different quantities of each inhibitor were added to reaction mixtures including 0.53 mM O-dianisidine at room temperature and the ideal pH to ascertain the IC_{50} values. Plotting the percentage inhibition against inhibitor concentration data allowed one to get the IC_{50} values. Enzyme activity were evaluated at three fixed doses of each inhibitor and five variable substrate concentrations to ascertain the K™ values and inhibition mechanisms. From the resultant data, Lineweaver-Burk plots were built from which K*s* values and inhibition types were deduced.

3. FINDINGS

Physically active compounds include naphthalene-2-sulfonamide, 4-nitrobenzenesulfonyl chloride, 2-fluorobenzenesulfonyl chloride, and methanesulfonamide combine functional groups including sulfonyl, amino, and alkoxy (-OR) moieties (Hartwig, 1998). Similar structural motifs are often found in therapeutic medicines used for treating cancer, inflammation, bacterial infections, and viral disorders (Goddard-Borger & Stick, 2007; Atmaca, 2020); these chemical characteristics are tightly linked with different pharmacological activity. These compounds are of great interest not only in pharmaceutical synthesis but also in mechanistic research within organic chemistry (Daryadel et al., 2018) because to their flexible chemical reactivity and functional potential. Although they are quite important, their particular interactions with the myeloperoxidase (MPO) enzyme have not been fully investigated. In order to offer a better knowledge of their enzymatic inhibition capability, the inhibitory characteristics of these compounds against MPO were methodically investigated in this work and their IC_{50} and KĠ values were calculated.

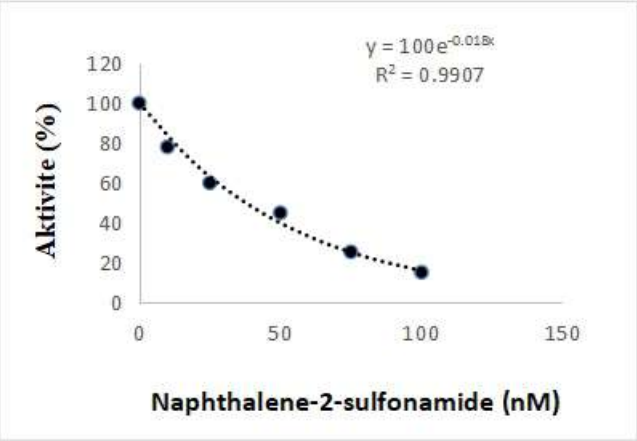


Figure 1. The % Activity-Concentration Graph Obtained with Naphthalene-2-sulfonamide for the MPO Enzyme Using O-Dianisidine Substrate

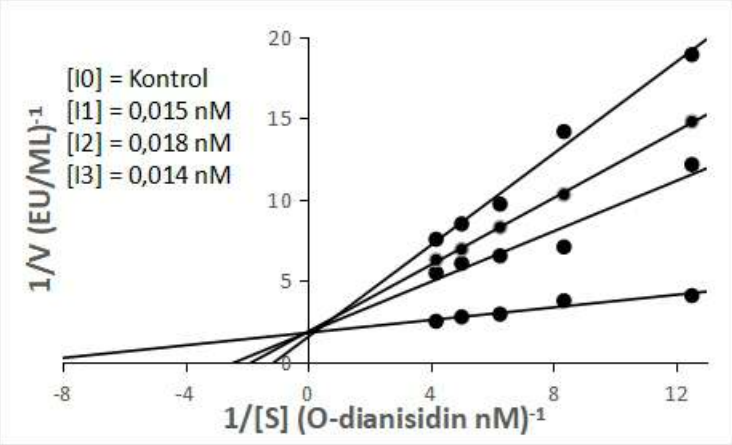


Figure 2. The 1/V-1/[S] Graph Obtained with Naphthalene-2-sulfonamide in the Presence of O-Dianisidine Substrate for the MPO Enzyme

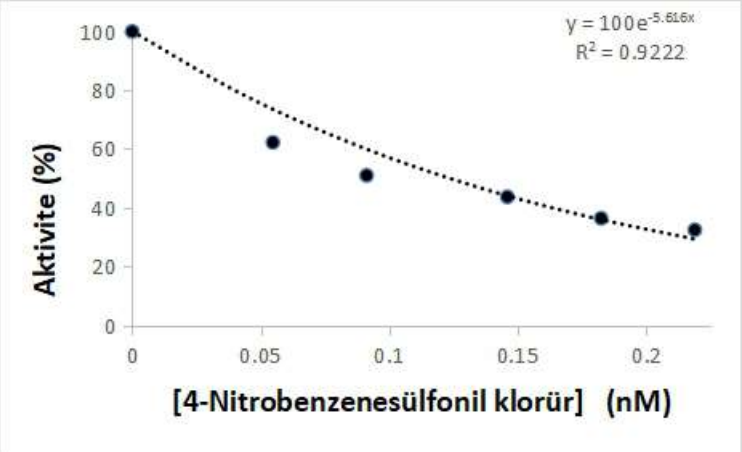


Figure 3. The Percentage Activity-Concentration Graph Obtained with 4-Nitrobenzenesulfonyl chloride as Dependent on O-Dianisidine Substrate for MPO Enzyme

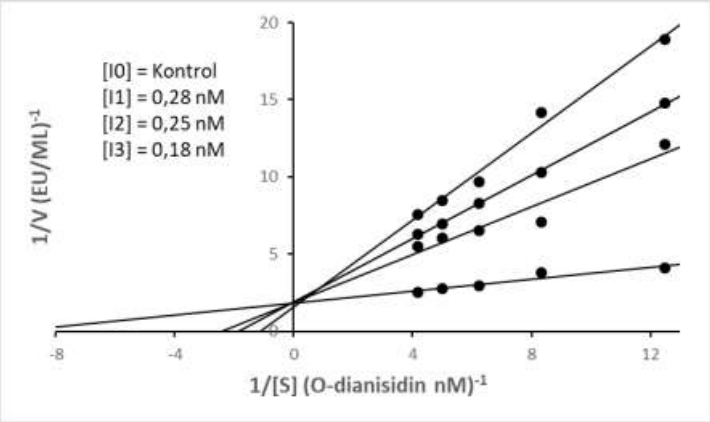


Figure 4. O-Dianisidine as the Substrate with 4-Nitrobenzenesulfonyl chloride to Obtain the 1/V-1/[S] Graph for MPO Enzyme

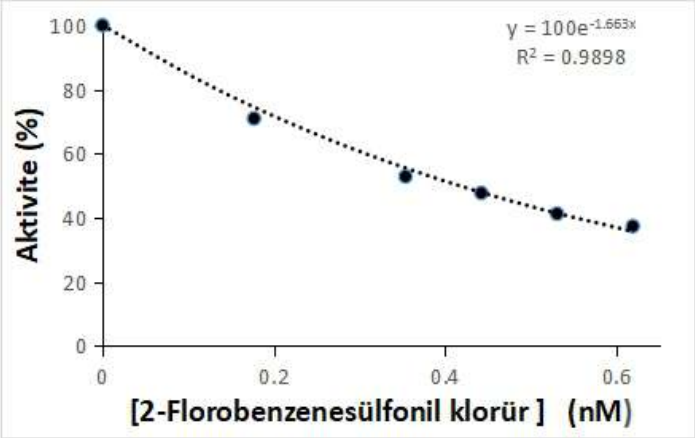


Figure 5. The Percentage Activity-Concentration Graph Obtained with 2-Fluorobenzenesulfonyl chloride as Dependent on O-Dianisidine Substrate for MPO Enzyme

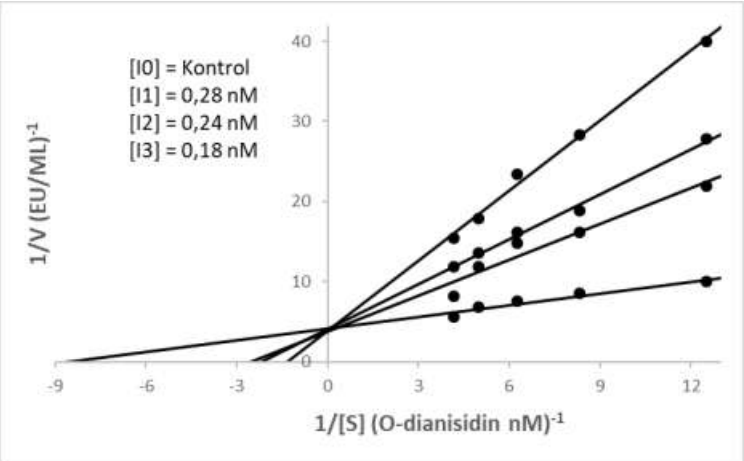


Figure 6. The 1/V-1/[S] Graph Obtained with 2-Fluorobenzenesulfonyl chloride in Conjunction with the O-Dianisidine Substrate for MPO Enzyme

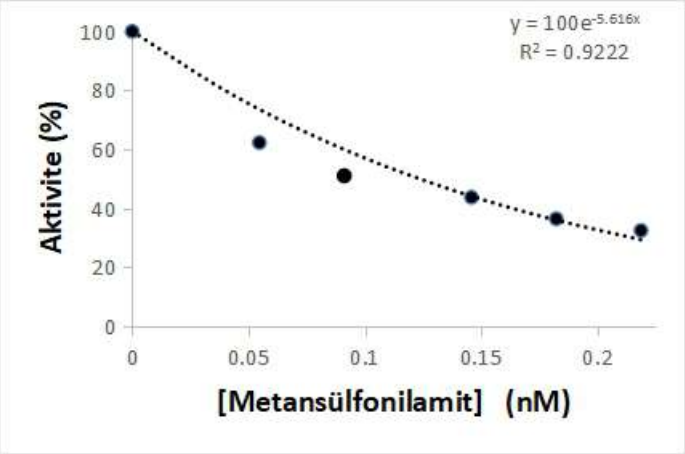


Figure 7. The Percentage Activity-Concentration Graph Obtained with Methanesulfonamide as Dependent on O-Dianisidine Substrate for MPO Enzyme

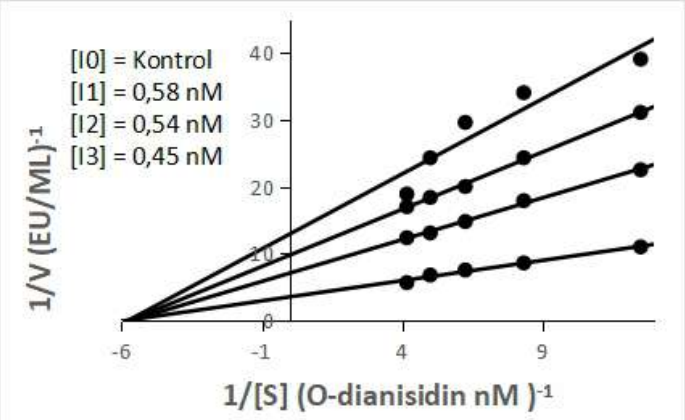


Figure 8. The 1/V-1/[S] Graph Obtained with Methanesulfonamide in Conjunction with the O-Dianisidine Substrate for MPO Enzyme

Table 1. Kinetic analysis of sulfonamide and sulfonyl chloride derivatives

Inhibitör	**IC_{50} (µM)**	**Average K_i (nM)**	**Standard deviation**	**Type of inhibition**
Naphthalene-2-sulfonamide	0,23	0,014	0,0037	Competitive

4-nitrobenzenesulfonyl chloride	0,23	0,23	0,051	Competitive
2-fluorobenzenesulfonyl chloride	0,41	0,23	0,054	Competitive
Methanesulfonamide	0,23	0,52	0,054	Noncompetitive

4. CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

This study demonstrates that sulfonamide and sulfonyl chloride derivatives, which are integral components of many therapeutic agents, hold significant potential as inhibitors of myeloperoxidase (MPO). For the first time, the inhibitory profiles of naphthalene-2-sulfonamide, 4-nitrobenzenesulfonyl chloride, 2-fluorobenzenesulfonyl chloride, and methanesulfonamide against MPO were evaluated, with naphthalene-2-sulfonamide identified as a highly potent inhibitor at nanomolar concentrations. These findings underscore the importance of electron-withdrawing substituents and aromatic scaffolds in MPO inhibition, providing a valuable foundation for rational drug design. Looking ahead, future research will aim to refine the molecular structures of these compounds, assess their performance in vivo, and investigate their therapeutic potential in conditions driven by inflammation and oxidative stress. Especially, the strong inhibitory impact shown with naphthalene-2-sulfonamide suggests that binding affinity toward the MPO active site may be greatly enhanced by a stiff aromatic framework coupled with an electron-withdrawing sulfonamide moiety. Likewise, the same inhibitory activity of sulfonyl chloride derivatives emphasizes the part of electrophilic functional groups in encouraging favorable enzyme-ligand interactions. Given MPO's known role in a variety of inflammatory and oxidative diseases, the discovery of small-molecule inhibitors like those investigated here presents a potential road forward for medicine development. Although the in vitro results are intriguing, further research is needed to define the pharmacokinetics, target specificity, and any off-target effects of these compounds before their clinical value can be totally confirmed.

Future efforts should prioritize detailed structure-activity relationship (SAR) analyses to identify the structural features most critical to MPO inhibition. In vivo evaluations will also be necessary to determine the therapeutic efficacy, bioavailability, and safety of these candidates. Refining the functional groups may further enhance selectivity and reduce adverse effects. Altogether, the compounds examined in this study represent valuable leads for the development of innovative anti-inflammatory or antioxidant therapeutics targeting MPO.

5. REFERENCES

Arnhold, J. (2020). The dual role of myeloperoxidase in immune response. *International Journal of Molecular Sciences, 21*(20), 8057. https://doi.org/10.3390/ijms21208057

Atmaca, U. (2020). A novel approach for the synthesis of β-keto esters: One-pot reaction of carboxylic acids with chlorosulfonyl isocyanate. *Arkivoc, 2020*(6), 220–227. https://doi.org/10.24820/ark.5550190.p011.209

Berg, J. M., Tymoczko, J. L., & Stryer, L. (2015). *Biochemistry* (8th ed.). W.H. Freeman and Company.

Colović, M. B., Krstić, D. Z., Lazarević-Pašti, T. D., Bondžić, A. M., & Vasić, V. M. (2013). Acetylcholinesterase inhibitors: Pharmacology and toxicology. *Current Neuropharmacology, 11*(3), 315–335. https://doi.org/10.2174/1570159X11311030006

Copeland, R. A. (2013). *Evaluation of enzyme inhibitors in drug discovery* (2nd ed.). Wiley.

Cornish-Bowden, A. (2012). *Fundamentals of enzyme kinetics* (4th ed.). Wiley-Blackwell.

Daryadel, S., Atmaca, U., Taslimi, P., Gülçin, İ., & Çelik, M. (2018). Synthesis of β-amino acid derivatives and their inhibitory profiles against some metabolic enzymes. *Archiv der Pharmazie, 351*(11), 1800209. https://doi.org/10.1002/ardp.201800209

Goddard-Borger, E. D., & Stick, R. V. (2007). An efficient, inexpensive, and shelf-stable diazotransfer reagent: Imidazole-1-sulfonyl azide hydrochloride. *Organic Letters, 9*(19), 3797–3800. https://doi.org/10.1021/ol701581g

Hammond, C. J., Hazell, G. G. J., Shakib, K., Lee, H. Y., & Sugiyama, T. (2020). Inflammation, oxidative stress, and neurodegeneration. *Journal of Inflammation Research, 13*, 139–151. https://doi.org/10.2147/JIR.S255533

Hartwig, J. F. (1998). Carbon-heteroatom bond-forming reductive eliminations of amines, ethers, and sulfides. *Accounts of Chemical Research, 31*(12), 852–860. https://doi.org/10.1021/ar9800139

Nicholls, S. J., & Hazen, S. L. (2005). Myeloperoxidase and cardiovascular disease. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology, 25*(6), 1102–1111. https://doi.org/10.1161/01.ATV.0000163262.83456.6d

Rester, U. (2008). From virtuality to reality – Virtual screening in lead discovery and lead optimization: A medicinal chemistry perspective. *Current Opinion in Drug Discovery & Development, 11*(4), 559–568.

Segel, I. H. (1993). *Enzyme kinetics: Behavior and analysis of rapid equilibrium and steady-state enzyme systems*. Wiley.

Winterbourn, C. C., Kettle, A. J., & Hampton, M. B. (2016). Myeloperoxidase: Structure, function, and inhibition. *Cellular and Molecular Life Sciences, 73*(11–12), 2219–2230. https://doi.org/10.1007/s00018-016-2160-2

HEALING GARDEN APPROACHES SHAPED BY ART MOVEMENTS THROUGHOUT HISTORY

TARİH BOYUNCA SANAT AKIMLARIYLA ŞEKİLLENEN İYİLEŞTİRİCİ BAHÇE YAKLAŞIMLARI

Ayşe KARAHAN [1], Benazir Başak KOÇ [2], Faris KARAHAN [3]

[1]Dr. Öğr. Üyesi, Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Erzurum, Peyzaj Planlama ve Peyzaj Tasarımı, ORCID: 000-0001-6256-1370

[2]Yüksek Lisans Öğrencisi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı, Erzurum, Peyzaj Planlama ve Peyzaj Tasarımı, ORCID: 0000-0002-5519-4274

[3]Prof. Dr., Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Erzurum, Peyzaj Planlama ve Peyzaj Tasarımı, ORCID: 0000-0001-6426-8426

Özet

İnsanlık tarihi boyunca mekânsal düzenlemeler yalnızca işlevsel değil, aynı zamanda estetik ve duygusal iyilik hâlini destekleyici araçlar olarak da değerlendirilmiştir. Sanat akımlarının biçimsel ve kavramsal kodları, mimarlık ve peyzaj mimarlığı disiplinlerinde doğayı yorumlama biçimlerini doğrudan etkilemiş, bu etki zamanla insan sağlığına katkı sunan iyileştirici çevrelerin tasarımına doğru bir değişim süreci yaşamıştır. Bu bağlamda çalışmanın temel amacı, tarih boyunca farklı sanat akımlarının bahçe tasarımı üzerindeki etkilerini ortaya koymak ve bu etkilerin sağlık odaklı peyzaj üretiminde nasıl bir "*iyileştirici çerçeve*" oluşturduğunu analiz etmektir.

Çalışma; sanat tarihindeki klasik (Antik Yunan–Roma), Ortaçağ, Rönesans–Barok, Romantik, Modern ve Çağdaş akımların peyzaj tasarımına yansımalarını tarihsel bir sıralamayla ele almakta; bu yaklaşımların fizyolojik, psikolojik ve spiritüel iyileşme bağlamında nasıl bir çevresel etki sunduğunu disiplinlerarası bir çerçevede değerlendirmektedir. Özellikle Ortaçağ manastır bahçelerinde bitkisel şifa ve sembolik mekânlar; Rönesans'ta orantı, merkezîlik ve akılcılığın huzurla ilişkisi; Romantik dönemde ise doğal kompozisyonların dinginliği ön plana çıkmaktadır. Çağdaş dönemde biyofilik tasarım ve doğaya yöneliş, sağlık yapılarıyla bütünleşen terapötik peyzaj uygulamalarına yönelim değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada sanat, mimarlık ve peyzaj mimarlığı kuramları; çevresel psikoloji, iyileştirici çevre kuramı, "*stresten iyileşme teorisi*" ve "*dikkat restorasyon kuramı*" gibi sağlık odaklı kuramsal yaklaşımlarla birlikte ele alınmıştır. Bu bağlamda, peyzaj mekânlarının tarih boyunca sadece estetik değil, aynı zamanda sağlıklaştırıcı nitelik taşıyan ortamlar olarak nasıl yapılandığı açıklanmaya çalışılmıştır.

Sonuç olarak, tarihsel bağlamda sanat akımlarının, sadece görsel ya da kültürel üretim alanı değil; mekânın ruhunu iyileştirici bir araca dönüştürme potansiyeli taşıdığı vurgulanmaktadır. Bu tür çok katmanlı analizler, günümüz kentleşme süreçlerinde peyzaj mimarlarının, sanat kuramcılarının ve sağlık profesyonellerinin bir arada düşünmesini sağlayacak disiplinlerarası bir zemin oluşturmaktadır.

Abstract

Throughout history, spatial design has not only served functional needs but also acted as a medium for conveying aesthetic and emotional well-being. The formal and conceptual codes of artistic movements have directly influenced the way nature has been interpreted in the disciplines of architecture and landscape architecture, gradually evolving into the design of healing environments that contribute to human health. This study aims to explore the influence of various historical art movements on garden design and analyse how these influences have helped shape a "*healing framework*" within health-oriented landscape production.

The study chronologically addresses the reflections of classical (Ancient Greek–Roman), Medieval, Renaissance–Baroque, Romantic, Modern, and Contemporary art movements on landscape design and evaluates their spatial effects in terms of physiological, psychological, and spiritual healing. Monastic gardens of the Middle Ages, for instance, highlight herbal therapy and symbolic spatiality; the Renaissance period emphasises proportion, centrality, and rational order as sources of serenity; while the Romantic period foregrounds the calming effect of natural compositions. In the contemporary context, the integration of biophilic design and nature-based perspectives has led to therapeutic landscape practices, particularly in healthcare environments.

This study integrates theories and approaches from art, architecture, and landscape architecture with key frameworks from environmental psychology, including "*Stress Recovery Theory*" and "*Attention Restoration Theory*". Within this interdisciplinary framework, the paper seeks to explain how landscapes have historically functioned not only as spaces of visual delight but also as restorative environments contributing to holistic human health.

In conclusion, artistic movements are shown to serve not merely as aesthetic influences but as mechanisms through which space can be transformed into healing instruments. The layered analytical approach presented here offers a meaningful foundation for interdisciplinary collaboration among landscape architects, art theorists, and health professionals within the context of contemporary urbanisation and environmental design.

Keywords: Landscape history, Art movements, Healing environments, Garden design

1. GİRİŞ

İnsanlık tarihi boyunca doğa, hem barınma hem de estetik bir ilham kaynağı olmuştur. Antik dönemlerden itibaren insanların mekânsal düzenlemeleri yalnızca işlevselliğe değil, ruhsal dinginliğe ve iyilik hâline de hizmet edecek şekilde şekillenmiştir. Bu bağlamda bahçeler, yalnızca bitkisel birer düzenleme değil; dinsel, kültürel ve felsefi anlamlarla yüklenmiş yaşam alanlarıdır (Relf, 1992). Estetik teorilerin evrimiyle birlikte, mekânsal organizasyonun insan sağlığı üzerindeki etkisi giderek daha fazla önem kazanmış ve bu durum, sanat ile doğa arasında simbiyotik bir ilişkinin oluşmasını sağlamıştır.

Kuramsal olarak bu ilişkiyi destekleyen yaklaşımlar, özellikle çevresel psikolojinin gelişimiyle birlikte anlam kazanmıştır. Roger Ulrich'in (1984) "*Stresten İyileşme Teorisi*" ve Kaplan & Kaplan'ın (1989) "*Dikkat Restorasyon Teorisi*", doğal ortamların stres azaltıcı ve zihinsel yenilenme sağlayıcı yönlerini ortaya koymuştur. Bu teoriler, sanatla iç içe geçmiş bahçelerin, görsel estetik kadar duyusal ve psikolojik birer iyileştirme aracına dönüşebileceğini göstermektedir.

Bahçelerin, yalnızca bitkisel düzenlemelerden oluşan estetik mekanlar olmanın ötesinde; bireyin bedensel, zihinsel ve ruhsal iyiliğini destekleyen ortamlar olarak yapılandığı hem

tarihsel hem de çağdaş örneklerle desteklenmektedir. Antik Perslerde "*Cennet Bahçesi*" (pairidaeza) anlayışı, bu çok katmanlı anlam dünyasının ilk örneklerinden biridir (Moynihan, 1979). Ortaçağ'daki manastır bahçelerinde ise hem şifa bitkileri yetiştirilmiş hem de spiritüel bir huzur alanı oluşturulmuştur (Hunt, 2000).

Modern çağda bu işlevsel-estetik bağlam, sağlık kurumlarına entegre edilen terapi bahçeleri ve biyofilik tasarım uygulamalarıyla sürdürülmektedir (Marcus & Sachs, 2013). Bahçeler artık yalnızca görsel güzellik sunmakla kalmamakta, aynı zamanda bireyin doğayla kurduğu ilişkiyi derinleştiren, dikkat toplama, stres azaltma ve bağışıklık sistemini güçlendirme gibi dolaylı katkılar sunan mekanlara dönüşmektedir (Soga et al., 2017).

Sanat akımları, peyzajın biçimlenmesinde yalnızca estetik bir çerçeve sunmakla kalmaz; aynı zamanda mekânın anlam dünyasını da dönüştürür. Antik dönemin simetrik ve oranlı düzenleri, doğaya tanrısal bir düzen verme arzusunu yansıtırken; Rönesans'ta akılcılık ve merkeziyetçilik ile doğa insan tarafından kontrol edilebilen bir forma sokulmuştur (Giesecke, 2002). Romantik akım, bu yaklaşımı tersine çevirerek doğanın özgünlüğünü ve duygusal gücünü ön plana çıkarmış, pastoral manzaraları ideal güzellik olarak sunmuştur.

Çağdaş dönemde sanatla doğa arasındaki ilişki daha kavramsal bir boyuta taşınmış; çevresel sanat (land art), sürdürülebilirlik, biyofilik tasarım gibi akımlar doğrudan mekânsal pratiğe yön vermeye başlamıştır (Beardsley, 1998). Bu bağlamda peyzaj, artık sadece doğanın temsil edildiği bir yüzey değil, sanatın deneyimsel bir araca dönüştüğü bir sahne olarak düşünülmektedir.

Bu çalışmanın temel amacı, tarih boyunca farklı sanat akımlarının bahçe tasarımı üzerindeki etkilerini ortaya koymak ve bu etkilerin günümüz iyileştirici çevre kuramlarıyla nasıl kesiştiğini analiz etmektir. Araştırma kapsamında, sanat akımlarının yalnızca biçimsel yönleri değil, aynı zamanda bu biçimlerin insan psikolojisi ve çevre sağlığı üzerindeki etkileri de değerlendirilmiştir. Ancak çalışmanın kapsamı, her sanat akımının tüm tarihsel ve coğrafi varyasyonlarını kapsamamaktadır. Bunun yerine, peyzaj mimarlığında en çok karşılık bulan örnekler seçilmiştir.

Ayrıca bu çalışmada, sanatsal biçimlerin terapötik etkilerinin bilimsel verilerle ölçüldüğü sağlık yapılarında yer alan örneklere öncelik verilmiş; böylece sanat-mekân-iyileşme ilişkisi somut örnekler üzerinden ele alınmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda hem tarihsel hem de çağdaş yaklaşımların karşılaştırmalı değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

2. SANAT AKIMLARINDA DOĞA ALGISI VE MEKÂNSAL YANSIMALAR

2.1 Antik Dönemden Çağdaşa Sanat Akımlarının Evrimi

Sanat tarihi, doğayla kurulan ilişkinin zaman içerisindeki değişimini açıkça ortaya koyar. Antik Yunan'da sanat, doğaya olan hayranlığın bir ürünü olarak ortaya çıkmış; doğanın oran, denge ve uyum içindeki yapısı sanatsal üretimlerin temel referansı olmuştur. Platon ve Aristoteles'in doğaya ilişkin idealleştirilmiş anlayışları, özellikle mimarlık ve heykel sanatında doğrudan yansımalar bulmuştur. Roma sanatı ise bu anlayışı işlevsellikle birleştirerek doğayı mimari unsurların bir parçası hâline getirmiştir (Giesecke, 2002).

Ortaçağ'da doğa, dinsel bir metafor olarak değerlendirilmiştir. Sanat eserlerinde doğa unsurları çoğunlukla Tanrısal düzenin sembolü olarak yer bulmuş, bu durum özellikle manastır bahçelerinde görülen sembolik düzenlemelerde etkisini göstermiştir (Hunt, 2000). Rönesans ile birlikte doğaya yeniden insan merkezli bir yaklaşım benimsenmiş; sanat ve bilim, doğanın gözlemine ve matematiksel düzenine odaklanmıştır. Bu dönemde peyzaj resimleri ve bahçe

düzenlemeleri, akılcılık ve merkezilik ilkeleri doğrultusunda şekillendirilmiştir (Wolschke-Bulmahn, 1997).

Modernizmle birlikte sanat, doğaya karşı daha deneysel ve soyut bir tavır takınmaya başlamıştır. Doğa, artık doğrudan betimlenmek yerine yorumlanan bir öğe hâline gelmiş; sanatçılar mekânı, zamanın ruhuna uygun olarak kavramsal biçimlerle yeniden inşa etmişlerdir. Çağdaş dönemde ise doğa-sanat ilişkisi çevresel kaygılarla birlikte sürdürülebilirlik, ekoloji ve biyofilik tasarım gibi yönelimlerle yeniden tanımlanmakta, sanat doğayla bütünleşik bir yaşam arayışının parçası olarak ele alınmaktadır (Beardsley, 1998).

2.2 Doğaya Bakış: Estetik, Kutsallık ve Sembolizm

Doğaya yönelik estetik algı, her dönemde sanatçıların ve tasarımcıların doğayı nasıl yorumladığını, nasıl temsil ettiğini ve bu temsili nasıl mekâna yansıttığını belirlemiştir. Antik dönemlerde doğa, ilahi düzenin bir parçası olarak görülmüş ve bu düzenin en kusursuz ifadesi olarak sanat eserlerinde simetri, altın oran ve geometrik bütünlükle işlenmiştir. Bu anlayış, özellikle bahçe tasarımlarında mekânın idealize edilmiş bir formda düzenlenmesine neden olmuştur (Rogers, 2001).

Romantizm döneminde doğa, artık sadece estetik bir model değil, insanın duygularını yansıtan bir aynaya dönüşmüştür. Romantik sanatçılar, doğayı sınırsızlık, özgürlük ve içsel derinlikle ilişkilendirmiş; pastoral manzaralar ve dramatik doğa betimlemeleri aracılığıyla insanın doğayla kurduğu bireysel ve duygusal ilişkiyi vurgulamışlardır. Bu anlayış, peyzaj tasarımında daha serbest formların ve doğal yapının benimsendiği bir stilin oluşmasına yol açmıştır (Batey & Lambert, 1990).

Çağdaş estetik kuramları ise doğayı yalnızca izlenen bir manzara değil, deneyimlenen, etkileşime girilen ve hatta dönüştürülen bir ortam olarak ele almaktadır. Biyofilik tasarım anlayışı, bu noktada doğanın iyileştirici, duygusal ve bilişsel katkılarını mekânsal kurgulara entegre etmeye çalışır. Bu yaklaşımda estetik, yalnızca güzelliğe değil; işlevselliğe, duyusal çeşitliliğe ve psikolojik iyiliğe de hizmet eder (Kellert et al., 2011). Estetik algı artık biçimsel değil; çokduyulu, sezgisel ve bütüncül bir kavrayışa dayanır.

2.3 Mekânsal Yorum: Peyzajda Anlam ve Form

Sanat akımlarının doğa algısıyla birlikte şekillenen mekânsal yorumları, özellikle bahçe ve peyzaj tasarımı açısından belirleyici bir etki oluşturmuştur. Antik dönemlerde peyzaj, idealleştirilmiş doğa formunun bir temsiliydi. Roma villalarında görülen peristil bahçeleri veya Yunan agora çevresindeki kutsal koruluklar, doğayı mimari bir bileşen olarak mekâna entegre eden örneklerdir (Zucker, 1959).

Rönesans ve Barok dönemlerde form, doğayı dizginleyen bir unsur hâline gelmiştir. Rönesans bahçelerinde görülen eksenel yollar, merkezi su öğeleri ve geometrik parterler; insanın doğa üzerinde kurduğu zihinsel hâkimiyetin mekânsal bir yansıması olarak karşımıza çıkar. Bu dönem, peyzajın zihinsel düzen ve dinginlik sağlayan bir yapı olarak ele alındığı bir dönüşüm noktasıdır (Preston, 2005).

Modern ve çağdaş dönemlerde ise form, daha çok deneyim, bağlam ve etkileşim odaklıdır. Özellikle çağdaş peyzaj mimarlığında peyzaj, artık yalnızca gözle görülen bir düzenleme değil; işitsel, kokusal, termal ve dokunsal deneyimlerin bütünleştiği çokduyulu bir mekân olarak düşünülmektedir. Bu bağlamda doğanın biçimsel yansıması, kullanıcı deneyimini zenginleştiren, zihinsel ve duygusal olarak bağ kurmayı amaçlayan bir yapıya bürünmüştür

(Thompson, 2000). Bu mekânsal kurgular, sanat ile peyzajın birbirine dönüştüğü noktada iyileştirici gücü doğurur.

3. SANAT AKIMLARINA GÖRE İYİLEŞTİRİCİ BAHÇE YAKLAŞIMLARI

3.1 Antik Yunan–Roma: Oran, Denge ve Mekânda Ruhsal Temizlik

Antik Yunan ve Roma uygarlıkları, bahçeyi yalnızca estetik bir unsur olarak değil, aynı zamanda ruhsal bir denge alanı olarak görmüşlerdir. Yunan felsefesinde doğanın uyum ve oran ilkeleriyle kurduğu bağ, bahçe tasarımında da kendini göstermiştir. Özellikle peristil bahçeleri, simetrik düzenlemeleriyle beden ve zihin arasındaki dengeyi yansıtacak şekilde planlanmıştır. Roma döneminde bu anlayış daha işlevsel hâle gelmiş; su öğeleri, sütunlu yürüyüş yolları ve meyve ağaçlarıyla zenginleştirilmiş villalarda bahçeler hem sosyal hem de bireysel iyileşmenin sahnesi olmuştur (Giesecke, 2002).

Antik dönemde "*hortus*" ve "*viridarium*" olarak adlandırılan alanlar, doğal öğelerin ruhsal arınma ve yeniden canlanma için kullanıldığı erken örneklerdir. Ayrıca Roma'daki termal tesislerin peyzajla ilişkilendirilmiş olması, doğanın sağlık üzerindeki etkisinin sistematik biçimde kullanıldığını gösterir. Bu dönem, peyzajın hem tanrısal hem de tıbbi bir çerçevede değerlendirildiği ilk uygarlık aşamasıdır.

3.2 Ortaçağ: Manastır Bahçeleri ve Sembolik Bitkisel Şifa

Ortaçağ Avrupa'sında manastır bahçeleri, hem manevi arınma hem de bedensel tedavi için yapılandırılmış kutsal mekânlardı. Bu bahçelerdeki bitkiler yalnızca besin değil, aynı zamanda şifa amacıyla da kullanılırdı. Özellikle Benediktin tarikatına bağlı manastırlarda "*hortus conclusus*" olarak adlandırılan kapalı bahçeler, cennetin dünyevi yansıması olarak kurgulanmıştır (Hunt, 2000). Bu alanlar genellikle dört bölmeli olup ortasında bir su öğesi ya da kutsal sembol barındırırdı.

Sembollerle yüklü bu düzenlemelerde lavanta, adaçayı, biberiye gibi aromatik ve tedavi edici bitkilere sıkça yer verilmiştir. Bahçeler, aynı zamanda sessizlik, dua ve tefekkür alanları olarak psikolojik dinginlik sağlamıştır. Manastır bahçeleri, hem yapıların hem de bireylerin sağaltımını hedefleyen ilk holistik peyzaj örnekleri arasında sayılabilir. Bu dönem, bitkisel tedavi ile ruhsal iyileşmenin bütünleştirildiği ilk sistematik bahçe biçimlerinden birini temsil eder.

3.3 Pers Bahçeleri: Cennet Bahçesi Metaforu ve Su Unsuru

Antik Pers bahçeleri, "*pairidaeza*" yani çevrili alan anlamına gelen kavramla şekillenmiş; bu kelime daha sonra Batı dillerinde "*paradise*" formuna dönüşerek ideal bahçe anlayışını kalıcı kılmıştır (Moynihan, 1979). Pers bahçeleri, dört bölmeli bir düzene sahip olup ortada yer alan havuz ve kesişen yollarla hem sembolik hem de fonksiyonel bir merkez oluşturur. Bu düzenleme, İslam bahçeciliğine ve sonrasında Batı peyzaj tasarımına derin etkilerde bulunmuştur.

Su öğesi, Pers bahçelerinde yalnızca estetik bir unsur değil; aynı zamanda yaşamın ve ilahi bereketin sembolüdür. Bahçeler, gölge, serinlik ve sessizliği birleştirerek çöl iklimlerinde fizyolojik rahatlama sunarken; geometrik formuyla zihinsel dinginliği de teşvik eder. Bu yönüyle Pers bahçeleri hem çevresel stresin azaltılması hem de ruhsal huzurun desteklenmesi açısından erken bir "iyileştirici peyzaj" yaklaşımı sunar.

3.4 Türk-İslam Sanatı: Avlu Bahçeleri, Şifahaneler ve Manevi Merkezcilik

Türk-İslam bahçeleri, İslam dünyasında şekillenen mimari ve estetik anlayışın peyzajla bütünleşmiş hâlidir. Bu anlayışta bahçe hem dünyevi hem de uhrevi yaşamın yansıması olarak görülür. Osmanlı dönemindeki külliyelerde yer alan avlu bahçeleri, cami, medrese, darüşşifa ve hamam gibi işlevsel yapılar arasında bağ kuran, aynı zamanda ruhsal bir geçiş alanı sunan mekânlardır (Necipoğlu, 1996).

Bu bahçelerdeki şadırvanlar ve bitkisel düzenlemeler hem fiziksel arınmayı hem de ruhsal huzuru destekler. Özellikle darüşşifalarda (şifahaneler) kullanılan iç bahçeler, hastaların doğa ile temas etmesini sağlarken, su sesi, kuş sesleri ve doğal ışık gibi çevresel faktörlerle iyileşmeyi hızlandırmayı amaçlamıştır. Su öğesi burada da merkezi konumdadır ve sakinleştirici etkisiyle dikkat çeker (Freely, 2011).

Türk-İslam bahçesi anlayışı, doğayı tanrısal düzene uygun bir formda yansıtmayı hedefler. Bahçe, yalnızca estetik bir alan değil; aynı zamanda ibadet, tefekkür ve sağaltım alanıdır. Bu yönüyle, manevi merkezcilik ilkesine dayalı iyileştirici bir peyzaj yaklaşımı olarak değerlendirilebilir.

3.5 Endülüs İslam Bahçesi: Su-Gölge-Ritim Uyumu ve Medrese-Peyzaj Bütünlüğü

Endülüs İslam mimarlığında bahçeler, mimariyle bütünleşik ve çok duyulu bir deneyim sunacak şekilde kurgulanmıştır. El-Hamra Sarayı'ndaki Bahçe-i Naîm (Cennet Bahçesi), bu anlayışın en önemli örneklerindendir. Burada su kanalları, yansıma havuzları, gölgelikler ve aromatik bitkilerle çevrili yollar, hem duyusal zenginlik hem de ruhsal huzur yaratır (Ruggles, 2008).

Endülüs bahçeleri, su-gölge-ışık oyunlarıyla mekâna hareket ve dinginlik kazandırır. Mekânsal ritim, doğanın döngüselliğini ve evrensel düzeni temsil eder. Ayrıca medrese gibi yapılarda bahçeler, öğrencilerin zihin yorgunluğunu gidermek ve düşünsel üretimi desteklemek amacıyla kullanılmakta, eğitim ve peyzaj bütünlüğü kurulmaktadır (Aptullah, 1987).

Bahçenin merkezde yer alması, İslam kozmolojisindeki "cennet" kavramına doğrudan gönderme yapar. Bu anlayış, hem bedensel hem de zihinsel bir rahatlama alanı sunarak, peyzajın iyileştirici gücünü çok katmanlı bir estetikle birleştirir.

3.6 Rönesans–Barok: Geometrik Kompozisyonlar ve Akılla Huzur

Rönesans dönemi, doğaya yönelik akılcı yaklaşımı mekâna taşıyan önemli bir kırılma noktasıdır. Bu dönemde bahçeler, doğanın rastlantısallığını kontrol altına alan geometrik düzenlemelerle kurgulanmıştır. Villa d'Este, Villa Lante gibi örneklerde görüldüğü gibi merkezi eksen, simetri ve oran, ruhsal dinginliği sağlayan yapısal prensiplere dönüşmüştür (Preston, 2005).

Barok dönemde ise bu prensipler daha dramatik ve gösterişli bir form kazanmıştır. Versailles Bahçesi gibi örneklerde mekân, bir güç göstergesi olmasının yanı sıra duyulara hitap eden bir sanat eserine dönüşmüştür. Su oyunları, heykeller ve uzun perspektifli yürüyüş yolları, ziyaretçiyi hem görsel hem de deneyimsel olarak içine çeken bir yapı sunar (Turner, 2005).

Her iki dönemde de bahçeler, insan aklının doğaya karşı kazandığı zaferin bir simgesi olarak görülmüş; bu zafer aynı zamanda mekânsal düzenin ruhsal dinginlik yaratabileceği inancıyla desteklenmiştir. İyileştirici etkiler, düzenin ve ölçünün sağladığı zihinsel berraklık üzerinden okunabilir.

3.7 Romantik Dönem: Doğaya Dönüş ve Pastoral İyileşme

Romantik dönem, doğayla insan arasındaki duygusal ve sezgisel bağın vurgulandığı bir sanat ve düşünce hareketidir. 18. yüzyıl sonlarından itibaren etkili olan bu dönem, doğayı artık yalnızca bir estetik model değil, insanın içsel dünyasının bir yansıması olarak görmüştür. Bu anlayış, peyzaj tasarımına da pastoral ve özgür formlu düzenlemeler olarak yansımıştır (Batey & Lambert, 1990).

İngiliz peyzaj bahçeleri bu dönemin en belirgin örneklerindendir. Doğal akarsular, düzensiz yollar, hafif yükseltiler ve ahşap köprülerle yapılandırılmış bu bahçeler, yapaylıktan uzak, doğanın özgün hâline en yakın ortamları oluşturmaya çalışmıştır. Bu ortamlar, bireyin stres ve kent yaşamının baskısından uzaklaşmasını sağlamak, doğal döngülerle yeniden bağ kurmasını teşvik etmek üzere tasarlanmıştır.

Ruhsal anlamda iyileştirici olan bu yaklaşımlar, bireyin melankoli, yalnızlık ve iç gözlem gibi duygularla başa çıkmasına yardımcı olmuş; doğanın tedavi edici rolü ilk kez estetik dışı, doğrudan psikolojik bir boyutta kabul görmüştür. Romantik bahçe, içe dönük bir huzurun ve duyusal bir bütünlüğün mekânı hâline gelmiştir.

3.8 Modern–Çağdaş Dönem: Fonksiyonellik, Biyofiliklik ve Psikolojik Rehabilitasyon

Modern ve çağdaş dönemlerde bahçe tasarımı, yalnızca estetik bir etkinlik değil; fonksiyonellik, çevresel sürdürülebilirlik ve insan sağlığına doğrudan katkı sağlayan stratejik bir tasarım pratiği olarak ele alınmaktadır. Modernizmin sadeleşmiş form anlayışı, geometrik doğruluk ve işlevselliği ön plana çıkarırken, çağdaş dönemde ise doğayla daha iç içe, çokduyulu ve deneyimsel yaklaşımlar geliştirilmiştir (Thompson, 2000).

Çağdaş dönemin dikkat çekici kavramlarından biri, *biyofilik tasarım*dır. Biyofilik tasarım, insanın doğayla olan evrimsel bağını mekânlara taşıyarak stresin azaltılması, dikkat restorasyonu ve ruhsal iyilik hâlinin desteklenmesini hedefler (Kellert et al., 2008). Bu anlayışa göre doğa unsurlarının –görsel bitki örtüsü, doğal malzemeler, su sesi, doğal ışık– mekâna entegre edilmesi yalnızca estetik değil, sağlık açısından da zorunlu bir bileşendir.

Terapi bahçeleri, hastanelere entegre edilen iyileştirici peyzajlar ve yaşlı bireyler için yapılandırılmış duyusal bahçeler, bu dönemin uygulamaya geçmiş örnekleridir. Özellikle kanser tedavisi gören hastalar için yapılan peyzajlar, iyileşme sürecini olumlu etkileyen unsurlar arasında gösterilmiştir. Modern-çağdaş bahçeler, estetikten daha çok iyileşme ve yaşam kalitesi odaklıdır.

4. İYİLEŞTİRİCİ PEYZAJ KURAMLARIYLA SANATIN KESİŞİMİ

Doğa ile insan arasındaki ilişki, yalnızca ekolojik ya da estetik bir bağlamda değil; aynı zamanda psikolojik ve fizyolojik düzeyde de güçlü etkileşimler içermektedir. Peyzaj tasarımında bu ilişkinin nasıl kurulması gerektiğine dair geliştirilen kuramsal yaklaşımlar, son yıllarda sanatın doğayla kurduğu estetik ilişkiyle örtüşen bir disiplinlerarası kesişim alanı oluşturmuştur. Sanatın duyusal, simgesel ve deneyimsel doğası, özellikle iyileştirici peyzaj kuramlarıyla bütünleştiğinde hem çevre algısının hem de bireyin ruhsal durumunun yeniden inşasına katkı sunmaktadır.

Bu bağlamda en erken ve en etkili modellerden biri **Roger Ulrich** tarafından geliştirilen **Stresten İyileşme Teorisi* (Stress Reduction Theory)*dir. Ulrich (1984), doğal manzaraların bireyin stres düzeyinde kısa sürede pozitif değişiklikler yarattığını ve doğaya ait görsellerin cerrahi iyileşme sürecini hızlandırdığını göstermiştir. Bu teoriye göre doğa ile karşılaşmak, sempatik sinir sisteminin tepkisini azaltmakta, kalp atış hızını ve kas gerilimini düşürmektedir.

Sanatla tasarlanmış bahçelerde, örneğin simetrik form ve huzur verici renklerle bütünleştirilen su öğeleri veya gölgelikli yollar, bu fizyolojik rahatlamayı pekiştirecek çevresel tetikleyicilerdir. Böylece sanatsal mekânsal kurgular, iyileştirici doğa deneyimini destekleyen duygusal tepkiyi güçlendirir (Ulrich, 1999).

Kaplan ve Kaplan kardeşler tarafından geliştirilen *Dikkat Restorasyon Teorisi (Attention Restoration Theory - ART)* ise bireyin doğa içinde geçirdiği zamanın, bilişsel yorgunluğu azaltıcı etkisine odaklanır. Özellikle modern yaşamın getirdiği sürekli dikkat gereksinimi, zihinsel tükenmeye yol açmakta ve bu durum, dikkat kapasitesinin zayıflamasıyla sonuçlanmaktadır. Kaplanlar, doğa ile etkileşimin "*yumuşak çekicilik*" (soft fascination) aracılığıyla dikkat sistemini onardığını, kişinin daha iyi odaklanma ve karar verme becerisi kazandığını savunur (Kaplan & Kaplan, 1989). Sanatla kurulan estetik peyzajlarda; örneğin romantik dönem bahçelerindeki kıvrımlı yollar, yarı saklı görseller, bitkisel zenginlik ve görsel ritim, bu "yumuşak çekiciliğin" temel bileşenleriyle örtüşmektedir. Böylece sanat, hem mekânın hem de dikkat sisteminin iyileştirici potansiyelini harekete geçiren bir çerçeve sunar.

Bu iki kuramın yanı sıra çağdaş tasarım pratiklerinde önemli bir yer edinen *biyofilik tasarım* yaklaşımı da sanat ile peyzaj arasında köprü kuran bir paradigma sunmaktadır. Stephen Kellert tarafından geliştirilen biyofilik tasarım, insanın doğa ile evrimsel olarak geliştirdiği bağlantının mekâna taşınmasını amaçlar (Kellert et al., 2011). Bu anlayışta bitki örtüsü, doğal ışık, su sesi, organik formlar, ahşap gibi doğal malzemeler mekâna dahil edilerek stresin azaltılması, üretkenliğin artması, bağışıklık sisteminin desteklenmesi hedeflenir. Sanat burada yalnızca bir estetik katkı değil, aynı zamanda duyusal bir iyileştirici araç olarak rol üstlenir. Örneğin Japon bahçelerinde taşların yerleşimi, su ile kurulan simgesel ilişki ya da zen düzenlemelerindeki minimalist yaklaşım; hem sanatsal hem biyofilik öğelerin birleşimiyle kullanıcıda meditasyon benzeri bir etkileşim yaratır.

Tüm bu kuramlar, doğaya özgü belirli özelliklerin—örneğin karmaşıklık, açıklık, gizem, güvenlik ve kontrol hissi—insan psikolojisine olumlu etkiler sağladığını vurgular. Bu bileşenlerin çoğu, sanat tarihi boyunca peyzaj temsillerinde estetik kompozisyonun temel öğeleri olarak kullanılmıştır. Antik dönemden bu yana süregelen simetrik düzen arayışı, Rönesans'ın altın oran tutkusu ya da romantizmin pastoral kompozisyonları; doğanın hem zihinsel hem de duygusal olarak yeniden inşasına hizmet eden formel yapılar olarak değerlendirilebilir.

Sanat, bu bağlamda doğanın bir temsili olmanın ötesinde; doğanın iyileştirici potansiyelini insan deneyimine taşıyan bir ara yüzdür. Peyzaj mimarlığı uygulamaları ise bu sanat eserlerini fiziksel gerçekliğe dönüştüren bir tasarım pratiğidir. Özellikle hastane bahçeleri, huzurevleri, rehabilitasyon merkezleri gibi yapılar çevresinde kurgulanan iyileştirici peyzajlar, bu kuramsal altyapıların somut karşılıklarıdır. Bu tür bahçelerde kullanılan bitkisel çeşitlilik, su öğeleri, doğal ışık ve yönlendirilmiş patikalar hem stres azaltıcı hem de bilişsel toparlayıcı etki yaratır. Aynı zamanda bu düzenlemeler, sanat akımlarının biçimsel kodlarıyla zenginleştirilerek kullanıcıya estetik bir deneyim sunar.

Sonuç olarak, iyileştirici çevre kuramları ile sanatın kesişimi hem mekânın tasarımında hem de kullanıcı deneyiminde çok katmanlı bir iyileşme potansiyeli sunar. Sanatsal formlar yalnızca görsel değil, aynı zamanda deneyimsel, duyusal ve bilişsel düzeyde bir arınmayı mümkün kılar. Bu bağlamda peyzaj tasarımı, yalnızca bir çevre düzenlemesi değil; beden, zihin ve ruh arasında bir denge kurmayı amaçlayan bütüncül bir sağlık stratejisine dönüşür.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Sanat tarihinin biçimsel ve kavramsal kodları, yalnızca estetik üretimle sınırlı kalmayıp, insan-doğa ilişkisini mekânsal düzlemde yeniden tanımlayan güçlü bir araç hâline gelmiştir. Bu çalışmada tarih boyunca farklı sanat akımlarının bahçe tasarımı üzerindeki etkileri, iyileştirici çevre kuramlarıyla birlikte değerlendirilerek disiplinler arası bir çözümleme yapılmıştır. Antik Yunan ve Roma'dan günümüze uzanan bu süreçte, peyzajın fiziksel, ruhsal ve zihinsel iyilik hâlini destekleyen bir araç olarak dönüştüğü görülmektedir.

Özellikle manastır bahçeleri, Pers cennet bahçeleri, Osmanlı şifahane avluları ve Endülüs bahçeleri, hem dini hem de kültürel çerçevede sağlıkla ilişkilendirilen mekânlardır. Rönesans ve Barok dönemlerinde ise düzen, oran ve geometri aracılığıyla ruhsal bir düzen inşa edilmiştir. Romantizm döneminde pastoral peyzajlar aracılığıyla doğayla duygusal bağ ön plana çıkarken, çağdaş dönemde biyofilik tasarım prensipleriyle birlikte doğa-mekân-insan etkileşimi bilimsel bir çerçeveye oturtulmuştur.

Sanatın temsil gücü, peyzaj mimarlığı aracılığıyla deneyimsel bir gerçekliğe dönüşmüş; bu bağlamda estetikten öteye geçerek iyileştirici bir potansiyele kavuşmuştur. Günümüz kentleşme süreçlerinde, sağlık yapılarından kamusal alanlara kadar birçok farklı bağlamda, sanatla bütünleşmiş iyileştirici peyzajların önemi giderek artmaktadır. Sonuç olarak, sanat akımlarının tarihsel birikimi ile çevresel psikoloji ve sağlık odaklı kuramların birleşimi, peyzaj mimarlığı disiplinine yalnızca estetik değil, iyileştirici nitelikler kazandırmaktadır. Bu çok katmanlı yaklaşım, gelecekteki mekânsal tasarımlar için hem kuramsal hem uygulamalı düzeyde zengin bir zemin sunmaktadır.

KAYNAKÇA

Aptullah, K. (1987). *Sinan: The Grand Old Master of Ottoman Architecture*. Ada Press Publishers.

Batey, M., & Lambert, D. (1990). *The English Garden Tour: A View into the Past*. John Murray.

Beardsley, J. (1998). *Earthworks and beyond: Contemporary art in the landscape*. Abbeville Press.

Freely, J. (2011). *A History of Ottoman Architecture*. Wit Press.

Giesecke, A. (2002). *The Epic City: Urbanism, Utopia, and the Garden in Ancient Greece and Rome*. Harvard University Press.

Hunt, J. D. (2000). *Greater Perfections: The Practice of Garden Theory*. University of Pennsylvania Press.

Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989). *The experience of nature: A psychological perspective*. Cambridge University Press.

Kellert, S. R., Heerwagen, J. H., & Mador, M. (2011). *Biophilic Design: The Theory, Science and Practice of Bringing Buildings to Life*. John Wiley & Sons.

Marcus, C. C., & Sachs, N. A. (2013). *Therapeutic landscapes: An evidence-based approach to designing healing gardens and restorative outdoor spaces*. John Wiley & Sons.

Moynihan, E. B. (1979). *Paradise as a Garden in Persia and Mughal India*. George Braziller.

Necipoğlu, G. (1996). *The Topkapı Scroll: Geometry and Ornament in Islamic Architecture*. Getty Publications.

Preston, R. (2005). Modern Garden Design: Innovation Since 1900. *Journal of Design History*, 18(4), 393-395.

Relf, D. (1992). *Human Issues in Horticulture*. HortTechnology, 2(2), 159–171.

Rogers, E. B. (2001). *Landscape Design: A Cultural and Architectural History*. Harry N. Abrams.

Ruggles, D. F. (2008). *Islamic Gardens and Landscapes*. University of Pennsylvania Press.

Soga, M., Gaston, K. J., & Yamaura, Y. (2017). Gardening is beneficial for health: A meta-analysis. *Preventive Medicine Reports*, 5, 92–99.

Thompson, C. W. (2000). Urban open space in the 21st century. *Landscape and Urban Planning*, 52(1), 59–72.

Turner, T. (2005). *Garden History: Philosophy and Design 2000 BC–2000 AD*. Routledge.

Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, 224(4647), 420–421.

Ulrich, R. S. (1999). Effects of gardens on health outcomes: Theory and research. In C. Cooper Marcus & M. Barnes (Eds.), *Healing gardens: Therapeutic benefits and design recommendations* (pp. 27–86). John Wiley & Sons.

Wolschke-Bulmahn, J. (1997). *Nature and Ideology: Natural Garden Design in the Twentieth Century*. Dumbarton Oaks.

SUSTAINABLE HEALTHCARE CAMPUSES AND GREEN INFRASTRUCTURE APPLICATIONS WITHIN THE FRAMEWORK OF ECOLOGICAL ARCHITECTURE APPROACHES

EKOLOJİK MİMARLIK YAKLAŞIMLARI ÇERÇEVESİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİR SAĞLIK YERLEŞKELERİ VE YEŞİL ALTYAPI UYGULAMALARI

Benazir Başak KOÇ [1], Faris KARAHAN [2]

[1]Yüksek Lisans Öğrencisi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı, Erzurum, Peyzaj Planlama ve Peyzaj Tasarımı, ORCID: 0000-0002-5519-4274

[2]Prof. Dr., Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Erzurum, Peyzaj Planlama ve Peyzaj Tasarımı, ORCID: 0000-0001-6426-8426

Özet

Günümüzde sağlık yerleşkeleri yalnızca tedavi sunan yapılar değil; bireyin psikolojik, sosyal ve çevresel iyilik hâlini destekleyen, bütüncül sağlığı esas alan yaşam mekânları olarak yeniden konumlandırılmaktadır. Bu dönüşüm, sağlık yapılarının sadece iç mekânda değil, dış çevreyle kurduğu ilişki aracılığıyla da kullanıcı sağlığı üzerinde doğrudan etkili olduğunu ortaya koyan güncel kuramsal yaklaşımlar ve çevresel psikoloji araştırmalarıyla desteklenmektedir. Bu bağlamda, sürdürülebilir peyzaj tasarımı, biyofilik mimarlık, "*dikkat restorasyon kuramı*" ve "*stresten iyileşme teorisi*" gibi çerçeveler, yeşil altyapı bileşenlerinin sağlık yapıları ile entegrasyonunda temel alınan planlama ilkelerini şekillendirmektedir.

Bu çalışmanın amacı, ekolojik mimarlık yaklaşımları kapsamında tasarlanan sağlık kampüslerinde yeşil altyapı uygulamalarının nasıl fiziksel ve duygusal bir "*iyileştirme çevresi*" yarattığını sorgulamak ve bu bağlamda ulusal ve uluslararası nitelikli örnekler üzerinden karşılaştırmalı bir değerlendirme sunmaktır. Jacobs Tıp Merkezi (ABD), Cherry Hastanesi (ABD), Steno Diyabet Merkezi (Danimarka), Adamant Psikiyatri Hastanesi (Finlandiya) ve Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi (Türkiye) bu kapsamda seçilen örneklerdir. Söz konusu yapılarda doğal aydınlatma kullanımı, açık ve yarı açık mekân organizasyonu, çatı bahçeleri, su ögeleri, aromatik bitkilerle oluşturulan tematik yürüyüş alanları, yağmur bahçeleri ve yeşil geçiş zonları gibi peyzaj bileşenleri aracılığıyla kullanıcının fizyolojik ve psikolojik ihtiyaçlarına yanıt verildiği görülmektedir.

Çalışma sonucunda elde edilen bulgular; yeşil altyapı ile bütünleşik planlanmış sağlık kampüslerinin sadece tedavi işlevi değil, afet anlarında güvenli toplanma alanı, sosyal etkileşim mekânı, rehabilitasyon çevresi ve kent ekosisteminin bir parçası olarak hizmet verdiğini göstermektedir. Bu doğrultuda, ekolojik mimarlık ilkeleri temelinde geliştirilecek sürdürülebilir sağlık yerleşkeleri, yalnızca bireyin değil, kentsel yaşamın bütününün sağlık ve dirençliliğini güçlendiren yapılar olarak değerlendirilmelidir.

Anahtar kelimeler: Sürdürülebilir sağlık kampüsleri, Yeşil altyapı, Ekolojik mimarlık, Peyzaj tasarımı, Biyofilik yaklaşım, İyileştirici çevreler

Abstract

Today, healthcare campuses are not merely buildings that provide treatment but are redefined as living spaces that support holistic health by enhancing psychological, social, and environmental well-being. This transformation is supported by contemporary theoretical approaches and environmental psychology research, which show that the spatial relationship between a healthcare facility and its outdoor environment has a direct impact on user health. In this context, sustainable landscape design, biophilic architecture, "*attention restoration theory*", and "*stress recovery theory*" shape the fundamental planning principles used in integrating green infrastructure elements into healthcare settings.

This study aims to examine how green infrastructure applications, developed within the scope of ecological architecture, create physical and emotional "*healing environments*" in healthcare campuses, and to present a comparative evaluation based on national and international examples. Jacobs Medical Center (USA), Cherry Hospital (USA), Steno Diabetes Center (Denmark), Adamant Psychiatric Hospital (Finland), and Başakşehir Çam and Sakura City Hospital (Turkey) are selected as the case studies. In these examples, features such as natural lighting, open and semi-open spatial configurations, rooftop gardens, water elements, thematic walking paths created with aromatic plants, rain gardens, and green transition zones have been identified as key components addressing the users' physiological and psychological needs.

The findings of this study show that healthcare campuses integrated with green infrastructure are not only spaces for treatment but also serve as safe gathering areas during emergencies, as environments for social interaction and psychological rehabilitation, and as integral parts of urban ecosystems. Accordingly, sustainable healthcare campuses developed in line with ecological architectural principles should be regarded not only as individual healing environments but also as key contributors to the health and resilience of urban life as a whole.

Keywords: Sustainable healthcare campuses, Green infrastructure, Ecological architecture, Landscape design, Biophilic approach, Restorative environments

1.GİRİŞ

1.1. Konunun Güncel Önemi

21.yüzyılda küresel sağlık anlayışı, yalnızca bireylerin hastalıklarının tedavisine odaklanan bir yaklaşımdan çıkıp, bireyin fiziksel, ruhsal, çevresel ve sosyal sağlığını bir bütün olarak değerlendiren **holistik sağlık** perspektifine evrilmiştir. Bu dönüşüm, kentlerdeki sağlık altyapılarının da yeniden ele alınmasını zorunlu kılmıştır. Özellikle pandemi sonrası dönemde, sağlık kampüslerinin yalnızca tedavi hizmeti veren yapılar olmanın ötesine geçerek, kullanıcıların yaşam kalitesini destekleyen, sosyal etkileşimleri teşvik eden ve doğayla bütünleşik **iyileştirici çevreler** olarak konumlandırılması kaçınılmaz hale gelmiştir (Frumkin et al., 2017).

Modern şehirleşme süreci, doğadan kopuk, yoğun yapılaşmaya dayalı bir kent yapısı ortaya çıkarmış ve bu da özellikle sağlık hizmeti sunulan mekânlarda **psikososyal gerilimler**in artmasına neden olmuştur. Bu noktada, sağlık yerleşkelerinin doğa ile bütünleşik biçimde planlanması, **çevresel psikolojinin** önerdiği iyileştirici mekân ilkeleriyle desteklenmektedir. Açık ve yarı açık alanların, su ögelerinin, aromatik bitkilerin ve gün ışığı kullanımının sağlık üzerindeki olumlu etkileri hem teorik hem de ampirik düzeyde kanıtlanmıştır (Ulrich et al., 2008; Kaplan & Kaplan, 1989).

Ayrıca iklim krizine bağlı olarak artan afet riskleri, **dirençli sağlık yapıları** ihtiyacını da beraberinde getirmiştir. Yeşil altyapı bileşenleri bu noktada sadece estetik değil; aynı zamanda karbon yutak alanlar, yağmur suyu yönetimi, mikroiklim kontrolü ve afet anında toplanma mekânları gibi **ekolojik hizmetler** de sunmaktadır (Norton et al., 2015; WHO, 2025a). Sağlık kampüsleri bu hizmetleri barındırdığında yalnızca bireye değil, çevreye ve kente katkı sağlayan **çok işlevli mekânlara** dönüşmektedir.

Dolayısıyla sağlık yerleşkelerinin planlanması ve tasarımında ekolojik mimarlık ve peyzaj mimarlığı disiplinlerinin entegre biçimde çalışması, yalnızca mimari değil, toplumsal ve çevresel sağlık açısından da stratejik bir gereklilik haline gelmiştir. Bu bağlamda yeşil altyapı, kent ölçeğinde sürdürülebilirlik ve halk sağlığı hedeflerine ulaşmak için kritik bir arayüzdür.

1.2. Kentsel Sağlık Yapılarında Paradigmatik Değişim

Sağlık yapılarının planlanmasında tarihsel olarak hâkim olan yaklaşım, fonksiyonel etkinlik ve teknik donanım öncelikli bir mimari modeldi. Ancak 20. yüzyıl sonlarıyla birlikte özellikle çevresel psikoloji, halk sağlığı ve mimarlık disiplinlerinde gelişen kapsayıcı ve bütüncül sağlık kavramları, mekân tasarımında da bir paradigma değişimini zorunlu kılmıştır. Günümüzde sağlık yapıları yalnızca "tedavi edilen yerler" değil, bireyin fiziksel ve ruhsal sağlığını destekleyen, toplumsal bütünleşmeye katkı sunan çok yönlü yaşam çevreleri olarak yeniden konumlandırılmaktadır (Delvin & Arneill, 2003; Sternberg, 2009).

Bu dönüşümde dikkat çeken unsurlardan biri, sağlık yapılarının kent içindeki konumlarının ve çevresel ilişkilerinin yeniden değerlendirilmesidir. Kentin çeperinde, erişimi zor alanlara yapılan izole hastane yerleşkeleri yerine, ulaşılabilirlik, toplumsal etkileşim, açık alan kullanımı ve çevresel sürdürülebilirlik gibi ilkeleri önceleyen mekânsal kurgular ön plana çıkmaktadır (Gesler, 2003; Abrams et al. 2012). Bu bağlamda, kent sağlığı, yalnızca sağlık sistemlerinin performansı ile değil, sağlık altyapısının mekânsal adaleti ve ekolojik sürdürülebilirliği ile birlikte ele alınmaktadır.

Ayrıca bu değişim, sağlık mimarisinin yalnızca iç mekân hijyeni ve teknolojik donanım değil, dış mekân kalitesi, peyzaj entegrasyonu ve duyusal zenginlik gibi faktörleri de kapsayan yeni bir tanım kazanmasını beraberinde getirmiştir. Özellikle kronik hastalıklar, yaşlanma, psikososyal stres ve pandemi gibi güncel halk sağlığı sorunları karşısında, bireyin sağlıklı kalabilmesi için yalnızca tıbbi müdahale değil; doğayla bütünleşik ve destekleyici çevrelerde yaşaması gerektiği vurgulanmaktadır (Gesler & Kearns, 2005; Marcus & Sachs, 2013).

Bu doğrultuda, iyileştirici mimari kavramı da kentsel sağlık yapılarında giderek daha fazla önem kazanmaktadır. İyileştirici mimarlık, kullanıcıların duyularına hitap eden, çevreyle etkileşim kurmasını sağlayan ve psikolojik rahatlama sunan tasarım stratejileriyle şekillenmektedir. Bu stratejilerin başında ise biyofilik tasarım, doğal ışık kullanımı, akustik konfor, görsel çeşitlilik, gölge-hava hareketi dengesi ve yeşil altyapı sistemleri gelmektedir (Ulrich et al., 2008; Kellert et al., 2011).

Sonuç olarak, sağlık yapıları özelinde yaşanan bu paradigma kayması, mimari planlamayı, yalnızca fiziksel işlevlerin karşılandığı bir sistemden çıkarıp, sağlıkla bütünleşmiş mekânsal deneyimler sunan iyileştirici çevreler üretmeye yönlendirmiştir. Bu dönüşüm, yalnızca kullanıcı sağlığını değil; mimarlık, peyzaj, kent planlama ve çevre mühendisliği disiplinlerini bir araya getiren yeni bir sentez alanı oluşturmuştur.

1.3. Ekolojik Mimarlığın Günümüz Sağlık Mimarisi Üzerindeki Etkisi

Ekolojik mimarlık, yapıların tasarımında doğa ile bütünleşik, çevreye duyarlı ve kaynak kullanımında verimli yaklaşımların benimsendiği bir mimari anlayıştır. Bu yaklaşım, yalnızca çevresel sürdürülebilirliği hedeflemez; aynı zamanda kullanıcı sağlığı, konforu ve yaşam kalitesini temel alan bir bakış açısıyla şekillenir. Günümüz sağlık mimarisinde bu yaklaşım, sağlık yapılarını iyileştirici çevreler olarak yeniden düşünmeyi, yapı-çevre-insan ilişkisini yeniden tanımlamayı gerektirmektedir (Lehmann, 2014; Woo, 2017).

Ekolojik mimarlık, özellikle biyofilik tasarım, iklim duyarlı cephe sistemleri, doğal havalandırma, güneş enerjisi kullanımı, yeşil çatı ve cephe sistemleri, yağmur suyu geri kazanımı gibi unsurlarla sağlık yapılarında hem fiziksel hem de ruhsal iyileşmeyi destekleyici mekânlar oluşturulmasına katkı sağlamaktadır (Browning, Ryan & Clancy, 2014). Bu mekânlarda iç ve dış ortamın geçirgenliği, görsel bağlantılar, doğal ışığın kullanımı ve psikolojik olarak destekleyici bitkisel dokular öne çıkan özelliklerdir.

Özellikle doğrudan hasta odalarına entegre edilen açık hava alanları, çatı terasları ve tematik bahçeler, hastaların iyileşme sürelerini kısaltmakta ve hemşire/hasta etkileşimini pozitif yönde etkilemektedir. Ulrich'in klasik çalışmasında gösterdiği gibi (1984), doğal manzaraya bakan bir hastane odasında kalan bireylerin iyileşme sürecinde daha az ağrı kesici kullandığı ve daha hızlı taburcu olduğu saptanmıştır. Bu bulgu, mimari kararların doğrudan sağlık çıktıları üzerinde etkili olduğunu bilimsel temelde ortaya koymuştur.

Ayrıca, ekolojik mimarlık yaklaşımı yalnızca bina ölçeğinde değil, kampüs ve kent ölçeğinde de etkili sonuçlar doğurmaktadır. Sağlık kampüslerinde uygulanan yeşil altyapı sistemleri, karbon emisyonlarının azaltılmasına, biyoçeşitlilik artışına ve kent içi ısı adası etkisinin azaltılmasına katkıda bulunur (Hess et al., 2020). Böylece, hastane sadece bireyin değil; kentin, çevrenin ve toplumun sağlığına da katkı sunan çok işlevli bir organizmaya dönüşmektedir.

Bu yaklaşımlar, sağlık yapılarında yalnızca teknolojik donanım ve hijyen kriterlerinin değil, **mekânsal atmosferin**, **çevresel kalitenin** ve **ekosistem temelli düşünmenin** de öncelikli kriterler arasında yer almasını sağlamaktadır. Dolayısıyla, ekolojik mimarlığın sağlık mimarisine entegrasyonu, hem halk sağlığı açısından hem de mimarlığın etik ve profesyonel sınırları açısından yenilikçi ve gerekli bir açılım sunmaktadır.

1.4. Çalışmanın Amacı, Yöntemi ve Sınırları

Bu çalışmanın temel amacı, ekolojik mimarlık yaklaşımları çerçevesinde planlanan sağlık kampüslerinde yeşil altyapı uygulamalarının fiziksel, ruhsal ve sosyal sağlık üzerindeki etkilerini çok yönlü biçimde değerlendirmektir. Bu kapsamda, yalnızca bireyin iyileşme süreci değil, sağlık yapılarının kentsel ekosistemlere entegrasyonu, afet dirençliliği, sosyal kapsayıcılık ve çevresel sürdürülebilirlik gibi boyutlar da ele alınmaktadır. Çalışma, bu yönüyle yalnızca mimarlık değil; aynı zamanda **peyzaj mimarlığı**, **kent planlama**, **çevre psikolojisi** ve **halk sağlığı** disiplinleriyle etkileşimli bir yapıya sahiptir.

Araştırma yöntemi olarak tipoloji ve kuram temelli karşılaştırmalı analiz kullanılmıştır. Bu doğrultuda, Amerika Birleşik Devletleri'nden Jacobs Tıp Merkezi ve Cherry Hastanesi, Danimarka'dan Steno Diyabet Merkezi, Fransa'dan Adamant Psikiyatri Hastanesi ve Türkiye'den Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi seçilmiştir. Bu yapıların seçiminde coğrafi çeşitlilik, iklimsel farklılık, kullanıcı profili ve mimari strateji farklılıkları göz önüne alınmıştır. Her bir örnek, doğal ışık kullanımı**,** yeşil çatı sistemleri**,** bahçe organizasyonu**,** aromatik bitki kullanımı**,** su öğeleri ve erişilebilirlik gibi kriterler üzerinden analiz edilmiştir.

Çalışmanın sınırları, büyük ölçüde literatürde belgelenmiş vaka analizlerine dayanmaktadır. Saha çalışmaları yapılmaksızın; mevcut akademik yayınlar, proje raporları, görsel dokümantasyon ve çevrimiçi harita analizleri temel alınmıştır. Bununla birlikte, seçilen örneklerin güncel uygulama süreçlerine dair bazı detaylara ulaşmakta sınırlılıklar yaşanmış; bu durum veri temsiliyeti açısından metodolojik bir kısıt olarak kabul edilmiştir (Yin, 2017).

Bununla birlikte çalışma, gelecekte saha temelli gözlemler, kullanıcı memnuniyet anketleri ve fizyolojik sağlık çıktıları ile desteklenecek daha geniş çaplı araştırmalar için kavramsal bir temel sunmayı amaçlamaktadır. Ayrıca kent içindeki küçük ölçekli sağlık birimleri (sağlık ocakları, rehabilitasyon merkezleri vb.) de bu tür uygulamaların yaygınlaştırılabileceği alanlar olarak değerlendirilmelidir. Çalışma sonucunda elde edilen kavramsal bulgular, politika yapıcılar, sağlık yapıları tasarlayan mimarlar ve yerel yönetimler açısından **rehber niteliğinde öneriler** geliştirilmesine olanak tanıyacaktır.

2. KURAMSAL ARKA PLAN VE KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Ekolojik Mimarlık ve Biyofilik Tasarım

Ekolojik mimarlık, yapıların doğayla uyumlu, sürdürülebilir ve çevresel etkileri en aza indirecek şekilde tasarlanmasını esas alan bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, enerji verimliliği, karbon ayak izinin azaltılması, doğal kaynakların etkin kullanımı ve ekosistemlerle uyumlu yapı üretimi gibi temel prensiplere dayanır (Vale & Vale, 2009). Ekolojik mimarlık, sadece fiziksel yapıların sürdürülebilirliğini değil, bu yapıların sosyal, ekonomik ve kültürel bağlamlarını da gözetir. Bu yönüyle hem teknik hem de etik bir yaklaşım olarak değerlendirilir.

Biyofilik tasarım ise, insanların doğayla olan psikolojik ve fizyolojik bağını destekleyen tasarım stratejilerini kapsar. Biyofili terimi, ilk olarak Edward O. Wilson tarafından insanların doğaya karşı içgüdüsel bir sevgi ve eğilime sahip olduğu fikriyle ortaya atılmıştır (Wilson, 1986). Biyofilik tasarım, bu içsel eğilimi mekânsal pratiklere entegre ederek, yapı kullanıcılarının stres düzeylerini düşürmeyi, dikkat sürelerini artırmayı, iyileşme süreçlerini hızlandırmayı ve genel yaşam kalitesini yükseltmeyi amaçlar (Kellert et al., 2011).

Ekolojik mimarlık ile biyofilik tasarım arasında hem kavramsal hem de pratik düzlemde güçlü bir ilişki bulunmaktadır. Ekolojik mimarlık, enerji ve kaynak etkinliği gibi teknik hedefleri ön plana çıkarırken; biyofilik tasarım, insan-merkezli ve psikolojik iyilik halini artıran mekânsal kaliteye odaklanır. Ancak her iki yaklaşım da doğa ile kurulan ilişkinin yapı düzeyinde yeniden yorumlanması gerektiğini savunur.

Günümüzde sağlık kampüslerinde bu iki yaklaşımın entegrasyonu, hem çevresel sürdürülebilirlik hem de **iyileştirici çevreler** yaratma hedefi açısından stratejik bir önem taşımaktadır. Örneğin, doğal malzeme kullanımı, gün ışığı optimizasyonu, açık alanlara erişim, bitkilendirilmiş iç mekânlar ve su öğeleri gibi biyofilik bileşenler, ekolojik mimarlığın yapısal çözümleriyle birlikte işlevsel bir bütünlük sunar (Browning et al., 2014). Bu mekânlar, kullanıcıların yalnızca fiziksel ihtiyaçlarına değil, aynı zamanda ruhsal gereksinimlerine de yanıt verir.

Bununla birlikte, biyofilik tasarımın sağlık yapılarında uygulanması sadece estetik bir tercih değil, aynı zamanda bilimsel olarak desteklenen bir halk sağlığı stratejisidir. Yapılan araştırmalar, doğayla temasın depresyon, anksiyete ve tükenmişlik sendromu gibi ruhsal rahatsızlıklar üzerinde **önleyici ve iyileştirici etkileri** olduğunu göstermektedir (Bratman et al., 2019).

Bu bağlamda, sürdürülebilir sağlık yapılarının planlanmasında ekolojik mimarlık ve biyofilik tasarım ilkelerinin birlikte değerlendirilmesi, yalnızca bireysel değil, **toplumsal ve çevresel sağlık** için de temel bir gereklilik haline gelmiştir.

2.2. Dikkat Restorasyon Kuramı (Kaplan) ve Stresten İyileşme Teorisi (Ulrich)

İyileştirici çevre tasarımı alanında en çok başvurulan iki kuramsal çerçeve, Dikkat Restorasyon Kuramı (Attention Restoration Theory, ART) ve Stresten İyileşme Teorisi (Stress Recovery Theory, SRT)'dir. Bu teoriler, özellikle sağlık yapıları, eğitim kurumları, rehabilitasyon merkezleri gibi psikolojik olarak yoğun dikkat veya stres yükü altındaki bireylerin bulunduğu mekânlarda çevresel düzenlemenin etkilerini bilimsel temele oturtmak amacıyla geliştirilmiştir.

Kaplan ve Kaplan (1989) tarafından geliştirilen Dikkat Restorasyon Kuramı, bireylerin günümüz çevrelerinde karşılaştıkları bilgi yükü ve dikkat dağılımına karşı zihinsel yorgunluk yaşadıklarını ileri sürer. Bu yorgunluğun giderilmesi için bireyin "yumuşak odaklanma" sağlayabileceği ortamlara ihtiyaç vardır. Doğa unsurlarının yer aldığı mekânlar, bireyin istemli dikkati zorlamadan bilişsel olarak yenilenmesine olanak tanır. Kaplan'lara göre dikkat restorasyonu sağlayan çevrelerin dört temel niteliği vardır: kaçış, farklılık, uyum ve uyarıcılık. Bu özellikleri taşıyan sağlık yapılarındaki yeşil alanlar, hastaların ve personelin zihinsel yenilenmesini desteklemektedir (Kaplan & Kaplan, 1989).

Öte yandan Stresten İyileşme Teorisi (Ulrich, 1983; 1991), doğanın birey üzerindeki fizyolojik ve duygusal iyileştirici etkilerini temel alır. Bu teoriye göre doğa ile görsel temas, özellikle akut stres durumlarında kalp atış hızı, kan basıncı ve kas gerginliğinde hızlı bir düşüş sağlar. Ulrich'in klasik hastane çalışmasında, manzaralı bir odaya sahip hastaların, beton duvara bakanlara kıyasla daha kısa sürede taburcu olduğu ve daha az ağrı kesici kullandığı gösterilmiştir (Ulrich, 1984). Bu bulgular, mimari kararların yalnızca konfor değil, doğrudan biyofizyolojik sağlık çıktılarıyla da ilişkili olduğunu ortaya koymuştur.

Her iki teori de sağlık yapılarında doğaya entegre tasarımın bilimsel zeminini oluşturur. Gerek dikkat yenilenmesi gerekse stresin azaltılması, özellikle uzun süreli yatışların, kronik hastalıkların ve yoğun duygusal süreçlerin yaşandığı sağlık kampüslerinde kullanıcı refahı için belirleyici önemdedir (Berto, 2005; Hartig et al., 2014). Bu bağlamda çatı bahçeleri, terapi parkurları, su elemanları, gölgelik ağaçlar ve aromatik bitkiler gibi unsurlar sadece estetik değer katmakla kalmaz; aynı zamanda kanıta dayalı bir iyileşme stratejisinin parçasıdır.

Güncel araştırmalar da bu teorilerin geçerliliğini desteklemektedir. Örneğin, Hartig ve arkadaşları (2014) doğa temelli çevrelerde geçirilen kısa süreli zaman dilimlerinin bile dikkat ve duygudurum üzerinde olumlu etkiler yarattığını; Bratman et al. (2015) ise doğa yürüyüşlerinin prefrontal korteks aktivitesinde düşüşe neden olarak depresif ruminasyonu azalttığını ortaya koymuştur. Bu bulgular, doğa odaklı tasarımın sağlık mimarisine entegrasyonunun yalnızca teorik değil; uygulamalı ve ölçülebilir sonuçlar doğurduğunu da göstermektedir.

2.3. Yeşil Altyapı ve Sürdürülebilir Sağlık Kampüsleri

Yeşil altyapı, doğal ve yarı doğal alanları, peyzaj ögelerini ve çevresel sistemleri birbirine bağlayan ve insan yerleşimlerinin ekolojik işlevselliğini sürdüren planlı bir ağ olarak tanımlanır. Bu yaklaşım, yalnızca yeşil alan üretmekle kalmaz; aynı zamanda ekosistem hizmetlerini, iklim adaptasyonunu, su yönetimini ve kentsel sağlığı destekleyici çok işlevli çözümler sunar (Benedict & McMahon, 2012). Sağlık kampüsleri özelinde ele alındığında, yeşil altyapı hem hasta hem çalışan hem de ziyaretçi refahını artıran çevresel düzenlemelerle entegre edilmektedir.

Sürdürülebilir sağlık kampüsleri, yalnızca bina ölçeğinde değil, kampüs düzeyinde de ekolojik sürdürülebilirlik ve kullanıcı merkezli iyileştirici tasarım hedefleriyle inşa edilmelidir. Bu tür kampüslerde yeşil altyapı; yağmur bahçeleri, biyolojik su arıtma sistemleri, yeşil çatılar, tematik yürüyüş yolları, doğal gölgeli oturma alanları, aromatik bitki kümeleri, güneş kontrol pergolaları gibi çeşitli ögeler aracılığıyla mekâna entegre edilir (Tzoulas et al., 2007).

Bu uygulamalar aynı zamanda mikroiklim kontrolü, hava kalitesinin artırılması, akustik yalıtım, ısı adası etkisinin azaltılması, psikolojik rehabilitasyon gibi çeşitli sağlıkla ilişkili faydalar da sağlamaktadır. Örneğin, bir hastane girişindeki aromatik bitki koridoru hem yönlendirme işlevi görmekte hem de kullanıcıların stres seviyelerini azaltmaktadır. Benzer şekilde çatı bahçeleri, yalnızca estetik bir unsur değil; aynı zamanda enerji verimliliği ve yağmur suyu yönetimi gibi işlevlerle yapının çevresel performansını da yükseltmektedir (Norton et al., 2015).

Sürdürülebilir sağlık kampüslerinde yeşil altyapı, yalnızca bireysel iyilik hali için değil, aynı zamanda kentsel bütünlük ve ekolojik bağlantısallık açısından da önemlidir. Kampüslerin bulunduğu kentsel doku içerisinde birer yeşil tampon bölge, ekolojik koridor veya biyolojik çeşitlilik adası olarak görev yapması mümkündür. Bu da sağlık yapılarının yalnızca iç kullanıcıya değil, çevresine, kente ve hatta ekosistemlere hizmet eden altyapılar olarak değerlendirilmesini gerektirir (Ahern, 2011).

Ayrıca, yeşil altyapı uygulamaları afet yönetimi ve acil durum senaryoları açısından da stratejik avantajlar sunar. Açık alanlar, modüler çadır sistemleri, acil tahliye yolları ve toplanma alanları gibi unsurlar, yeşil altyapı sistemi içinde planlandığında yapı sadece “iyileştirme” değil, aynı zamanda “direnç geliştirme” aracı haline gelir (WHO, 2025b; WHO, 2025c).

Sonuç olarak, sürdürülebilir sağlık kampüslerinde yeşil altyapı kullanımı, çevre ile uyumlu, ekosistem destekli, kullanıcı merkezli ve çok işlevli bir tasarım stratejisi olarak sağlık mimarisinde kritik bir yer edinmektedir. Bu tür yaklaşımlar, sağlık sistemlerinin dayanıklılığını artırmakla kalmaz, kentlerin genel yaşam kalitesini de dönüştürme potansiyeli taşır.

3. SEÇİLMİŞ ULUSLARARASI ÖRNEKLER

3.1. Jacobs Medical Center (ABD)

Jacobs Medical Center, Amerika Birleşik Devletleri'nin Kaliforniya eyaletinde, UC San Diego Health sistemine bağlı olarak faaliyet gösteren ve çevresel sürdürülebilirlik ile ileri düzey tıbbi teknolojiyi bir araya getiren örnek bir sağlık kampüsüdür. 2016 yılında açılan ve yaklaşık 509.500 metrekarelik alana yayılan bu kompleks; doğrudan Thornton Pavilion’a bağlanan bir yapı olarak hem araştırma hem de hasta bakımı işlevlerini bütünleştirmektedir.

Yapının mimari tasarımında doğa ile kurulan ilişki güçlü bir biçimde vurgulanmıştır. Dış cephede yer alan kavisli cam yüzeyler, doğal ışığın tüm mekâna nüfuz etmesini sağlayacak biçimde konumlandırılmış; hasta odaları, San Diego çevresinin doğal peyzajını görecek şekilde planlanmıştır. Bu tercih, hem psikolojik iyileşme sürecini desteklemekte hem de kullanıcıların dış çevreyle bağını koparmamaktadır (Provancha, 2019).

Jacobs Medical Center’ın biyofilik tasarım özellikleri, yeşil altyapı uygulamalarıyla bütünleşik bir biçimde hayata geçirilmiştir. Yapının farklı katlarında yer alan çatı bahçeleri ve yükseltilmiş teraslar, hem personel hem de hastaların açık havaya erişimini kolaylaştırmakta; stresin azaltılmasına ve dikkat yenilenmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca bu alanlarda kullanılan aromatik bitkiler, kullanıcıların duyusal deneyimini güçlendiren tematik yürüyüş koridorlarına dönüştürülmüştür (Delvin, 2018).

Yeşil altyapı sistemleri yalnızca dış mekânlarda değil, iç mekân organizasyonunda da önemli rol oynamaktadır. Mekânlar arasında yer alan iç bahçeler, yapı içi hava dolaşımını destekleyen mikroiklim bölgeleri oluşturmakta; enerji verimliliğine katkı sağlayan pasif stratejilerle desteklenmektedir. Bu uygulamalar, bina yönetim sistemleriyle entegre çalışarak LEED Gold Sertifikası gibi uluslararası çevre dostu yapı kriterlerini karşılama hedefiyle yapılandırılmıştır.

Jacobs Tıp Merkezi, yeşil hastane modelini yalnızca bir çevrecilik simgesi olarak değil, doğrudan kullanıcı sağlığı ve iyileşme süreçlerine katkı sunan fonksiyonel bir strateji olarak benimsemiştir. Bu yönüyle hem sürdürülebilirlik hem de sağlık mimarisi literatüründe sıkça atıf yapılan öncü örneklerden biri olarak değerlendirilir.

3.2. Cherry Hospital (ABD)

Cherry Hospital, Amerika Birleşik Devletleri'nin Kuzey Karolina eyaletinde yer alan, ruh sağlığı alanında uzmanlaşmış ileri düzey bir kamu hastanesidir. Bu yapı, özellikle psikiyatri hizmetlerinin doğa ile entegre bir çevrede sunulabileceğini gösteren öncü uygulamalarıyla öne çıkmaktadır. Hastanenin tasarım yaklaşımı, bireyin yalnızca tıbbi değil, aynı zamanda sosyal, duygusal ve çevresel bağlamda da desteklenmesi gerektiği ilkesi üzerine inşa edilmiştir.

Hastane kampüsünün tasarımında peyzajla bütünleşik bir mekânsal kurgu benimsenmiştir. Binanın çevresinde yer alan geniş yeşil alanlar, açık hava yürüyüş parkurları ve terapi bahçeleri, hem bireysel hem de grup terapilerinin açık mekânda yapılmasını mümkün kılacak şekilde planlanmıştır. Bu durum, özellikle doğa ile etkileşimin ruhsal iyileşmeyi desteklediği kanıtlanan psikiyatrik hastalarda biyofilik temasın önemini vurgulayan bir örnektir (Marcus & Sachs, 2013).

Cherry Hastanesi'nin dikkat çeken yönlerinden biri de, hastaların tarımsal faaliyetlere aktif katılımını içeren bir rehabilitasyon modeli uygulamasıdır. Kullanıcılar kendi meyve-sebze üretimlerini yapabilmekte, bu süreçte doğayla kurdukları bağ hem zihinsel hem fiziksel rehabilitasyona katkı sağlamaktadır. Bu model, doğa temelli psikososyal destek sistemlerinin sağlık yapılarında da başarılı biçimde uygulanabileceğini ortaya koymaktadır (Sempik et al., 2010).

Mimari açıdan yapı, geniş pencereler ve açık geçiş alanlarıyla doğal ışığı ve havalandırmayı maksimum düzeyde iç mekâna taşımaktadır. Teraslar ve iç avlular, mahremiyet ile açıklık arasında denge kurularak planlanmıştır. Özellikle psikiyatrik birimlerde güvenli ve kontrollü açık alanlara erişim, kullanıcı memnuniyetini ve tedavi uyumunu artıran bir faktör olarak öne çıkmaktadır.

Cherry Hospital'ın en önemli katkılarından biri, psikiyatrik hastaların klinik ortamla sınırlı kalmadan doğa ile iç içe tasarlanmış alanlarda desteklenmesinin hem bireysel hem toplumsal sağlık açısından olumlu çıktılar doğurabileceğini göstermesidir. Bu yaklaşım, sürdürülebilirlikten çok daha fazlasını ifade ederek, insan-doğa bağını yeniden kuran iyileştirici çevreler üretmeye dönük mimari bir stratejidir (ArchDaily 2017).

3.3. Steno Diyabet Merkezi (Danimarka)

Steno Diabetes Center Copenhagen (SDCC), Kuzey Avrupa'nın diyabet teşhis, tedavi ve eğitim alanında uzmanlaşmış en büyük ve en kapsamlı sağlık tesislerinden biridir. Danimarka'nın Kopenhag kentinde yer alan bu merkez, sadece bir tedavi kompleksi değil, aynı zamanda önleyici sağlık stratejileriyle desteklenen bütüncül bir yaşam çevresi sunan örnek bir ekolojik mimarlık uygulamasıdır.

Steno Diyabet Merkezi, doğayla iç içe, yatay düzlemde örgütlenmiş, iki katlı ve altı küçük avlu etrafına kurgulanmış bir mekânsal düzenlemeye sahiptir. Bu yapı, hastaların mekânlar arası geçişlerinde dış çevreyle sürekli temas kurmalarını sağlarken, aynı zamanda doğal ışık ve hava sirkülasyonunun tüm binaya dağılmasını mümkün kılmaktadır. Avlular, farklı bitki türleri ve aromatik bahçelerle donatılmıştır ve hasta hareketliliğini artırmak amacıyla dolaşımı teşvik eden yönlendirme yollarıyla birleştirilmiştir (Sørensen, 2020).

Yapının tasarımında doğal malzeme kullanımı ve gün ışığının maksimum düzeyde iç mekâna alınması temel önceliklerdendir. Bu özellik, biyofilik tasarımın temel ilkelerinden biri olan "doğal ritimlerle uyumlu yaşam çevresi" kurgusunu desteklemekte, özellikle kan şekeri yönetimi gibi günlük kontrol gerektiren hastalıkların tedavisinde kullanıcı motivasyonunu ve katılımını güçlendirmektedir (White & Gatersleben, 2011).

Steno Diyabet Merkezi'nin en çarpıcı yönlerinden biri, çatı bahçesi ve kamuya açık alanlarla bütünleşik bir hastane olma vizyonudur. Geniş cam yüzeylerle çevrelenen hasta odaları, hem içeriye gün ışığını taşımakta hem de dışarıdaki peyzajın görsel olarak mekâna dahil edilmesini sağlamaktadır. Bu yapı, iç mekân ile dış çevre arasındaki sınırları kaldırarak, kullanıcıda doğal bütünlüğe dair bir farkındalık oluşturmaktadır.

Enerji etkinliği açısından da yüksek performanslı olan merkezde; eloksallı alüminyum cephe panelleri, ısı geri kazanım sistemleri, yağmur suyu toplama ve sulama sistemleri gibi birçok pasif çevresel kontrol stratejisi bulunmaktadır. Bu özellikler, yapının hem karbon ayak izini azaltmasına hem de işletme maliyetlerini düşürmesine katkı sunmaktadır (ArchDaily, 2025).

SDCC, tasarım sürecinde kullanıcı katılımına da öncelik vermiştir. Hastalar, sağlık çalışanları ve toplum temsilcileriyle yürütülen katılımcı planlama süreci, yapının yalnızca fiziksel değil, kültürel ve sosyal bağlamda da kullanıcı odaklı olmasını sağlamıştır.

Bu özellikleriyle Steno Diyabet Merkezi, sağlık kampüslerinde yeşil altyapının nasıl önleyici tıbbın mekânsal karşılığına dönüştürülebileceğine dair önemli bir örnek teşkil eder.

3.4. Adamant Psikiyatri Hastanesi (Fransa)

Adamant Psikiyatri Hastanesi, Fransa'nın başkenti Paris'te, Seine Nehri üzerinde konumlanan, dünyada nadir görülen yüzer hastane yapılarından biridir. Sıradışı mekânsal kurgusu ve tasarım dili ile klinik mekan anlayışına meydan okuyan bu yapı, özellikle psikiyatrik tedavide kullanıcıyı merkezine alan alternatif bir sağlık ortamı sunmaktadır. "Yüzen hastane" kavramı, mekânsal sınırların, sosyal algıların ve doğa ile etkileşimin yeniden tanımlanmasına olanak vermektedir.

Hastanenin mimari yapısı geleneksel sağlık yapılarından tamamen ayrılır. Yatay doğrultuda geniş açıklıklara sahip açık alanlar, ahşap malzeme kullanımı, gün ışığını içeri alan geniş cam cepheler ve nehirle doğrudan görsel temas, kullanıcıların çevreyle ilişkisini artırmakta; kapalı, steril ve baskılayıcı atmosferlerden uzaklaştırarak psikolojik rahatlama sağlamaktadır (• Chaire Philosophie & Hôpital, 2025). Yapı, bir hastane yerine daha çok sanatçılara ait bir atölye izlenimi yaratacak biçimde tasarlanmıştır.

Öne çıkan bir diğer özelliği ise, iç mekânların atölye ve grup terapisi odaları, kütüphane, bitki yetiştirme köşeleri, açık sanat galerisi gibi esnek ve katılımcı sosyal birimler içermesidir. Bu durum, yalnızca ruhsal tedaviye değil, toplumsal bütünleşmeye, özgüvenin yeniden inşasına ve yaratıcılığın teşvikine de katkı sağlamaktadır (Pallasmaa, 2024). Psikiyatrik kullanıcıların sıklıkla deneyimlediği mekânsal sınırlandırmalar, Adamant'ta yerini gönüllü, özgürlükçü ve destekleyici bir çevreye bırakmaktadır.

Adamant Hastanesi, aynı zamanda kentsel sosyal mimarlık örneği olarak da değerlendirilmektedir. Paris kent dokusunun merkezinde yer almasına rağmen, kamusal mekânlardan izole edilmeden, nehir üzerinden yürüyüş yolları ve su üstü bağlantılarla halkın erişimine açık tutulmuştur. Bu bağlamda hastane ile şehir arasında simbiyotik bir bağ kurulmuştur: hastane kentle, kent de hastane ile birlikte yaşamaktadır.

Yapının mobilitesi de dikkate değerdir. Nehir üzerine konuşlandırılmış olması, olası afet ya da taşkın senaryolarında yeniden konumlandırılabilmesine olanak sunmakta; bu da yapıya afet dirençliliği açısından stratejik bir avantaj kazandırmaktadır. Aynı zamanda karbon salımını azaltan sistemler, su kullanım verimliliği, doğal havalandırma gibi sürdürülebilirlik öğeleriyle yapı, çevresel etkisini en aza indirme hedefini gerçekleştirmektedir (Ronzatti and Lovric, 2020).

Adamant, psikiyatri mimarisi için radikal ama bir o kadar da insani bir dönüşümün simgesidir. Kullanıcıya yalnızca tıbbi değil, estetik, sosyal ve kültürel düzeyde bir iyileşme ortamı sunması, yapı tipolojisinde önemli bir paradigmayı temsil etmektedir.

3.5. Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi (Türkiye)

Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, İstanbul'un Başakşehir ilçesinde yer alan ve kamu-özel iş birliği modeliyle inşa edilen Türkiye'nin en büyük sağlık kampüslerinden biridir. 2020 yılında açılan bu kompleks, modern hastane altyapısını, yeşil bina sertifikasyonlarıyla uyumlu ekolojik mimari ilkeleri ile bütünleştiren bir örnek teşkil etmektedir. Proje adını, Japonya'dan getirilen sakura (kiraz çiçeği) ağaçları ile Türkiye'nin geleneksel sembollerinden olan çam ağaçlarının birlikteliğinden alarak hem doğa hem de kültürel simgelerle güçlü bir bağ kurmuştur.

Toplam 1 milyon metrekareye yakın bir alana yayılan hastane kampüsü; genel hastane, kadın-doğum ve çocuk hastanesi, kalp damar hastalıkları, onkoloji ve ortopedi gibi ihtisas birimlerinden oluşan entegre yapısıyla çok disiplinli bir sağlık hizmeti sunmaktadır. Bu geniş kampüs, mekânsal organizasyonu açısından doğa ile bütünleşik bir sağlık kampüsü olarak tasarlanmıştır.

Yapının mimarisinde güneş panelleri, doğal havalandırma sistemleri, ısı yalıtımlı cephe çözümleri, yeşil çatılar ve su geri dönüşüm sistemleri gibi sürdürülebilirlik bileşenleri uygulanmıştır. Yapı LEED Gold Sertifikası seviyesine uygun olarak tasarlanmış olup, sağlık kampüslerinde çevresel verimliliğin artırılabileceğini kanıtlayan en kapsamlı örneklerden biridir (Rönesans Holding, 2025).

Ayrıca afet dayanıklılığı açısından da dünyadaki en büyük sismik izolatörlü hastane binası olması dikkat çeker. Yaklaşık 2.000 sismik izolatör ile donatılan bina, olası bir deprem durumunda dahi kesintisiz hizmet verebilmek üzere tasarlanmıştır. Bu özellik, hastanenin sadece tedavi değil aynı zamanda kriz anlarında güvenli yaşam alanı işlevi de gördüğünü göstermektedir.

Yeşil altyapı açısından kampüste; gölgelikli yürüme yolları, tematik bitki koridorları, oturma alanları, çocuk oyun bahçeleri ve aromaterapi bahçeleri gibi kullanıcı merkezli dış mekânlar planlanmıştır. Ayrıca açık alanda yer alan gölge sağlayan yapısal pergolalar ve aromatik yürüyüş alanları, psikolojik ve duyusal iyileşmeyi desteklemekte; biyofilik temasın aktif biçimde deneyimlenmesine imkân tanımaktadır.

Tasarımda kapsayıcı mimarlık ilkeleri benimsenmiş; erişilebilirlik, yönlendirme sistemleri ve engelsiz yeşil alanlar özel olarak kurgulanmıştır. Hastane içi ve dışı kullanıcı alanları, hem

sağlık personeli hem de hasta yakınları için ergonomik ve sakinleştirici atmosferler sunacak biçimde detaylandırılmıştır.

Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Türkiye'nin sağlıkta dönüşüm sürecinde yalnızca hizmet kapasitesiyle değil, sürdürülebilir kent mekânı üretimi açısından da vizyoner bir örnek olarak değerlendirilmekte hem çevresel hem sosyal sürdürülebilirlik kriterlerini aynı anda karşılayan entegre bir sağlık kampüsü modeli sunmaktadır (Erke Tasarım, 2025).

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada sunulan kavramsal çerçeve –ekolojik mimarlık, biyofilik tasarım, dikkat restorasyon kuramı, stresten iyileşme teorisi ve yeşil altyapı yaklaşımı– seçilmiş beş uluslararası sağlık kampüsü örneği üzerinden değerlendirilmiş; bu yapılar ile kuramsal ilkeler arasındaki kesişim alanları ortaya konulmuştur. Tartışma bölümünde, bu teorik yaklaşımların pratik yansımaları bağlamında kullanıcı sağlığı, çevresel sürdürülebilirlik, mekânsal örgütlenme ve sosyal katılım gibi başlıklar öne çıkmaktadır.

İncelenen örneklerin tamamında ortak olan temel prensip, sağlık yapısının yalnızca tedavi sunan kapalı bir bina değil; çok boyutlu bir iyileştirici çevre olarak planlanmasıdır. Özellikle Jacobs Medical Center, Steno Diyabet Merkezi ve Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi örneklerinde mekânın dış çevreyle görsel ve fiziksel etkileşim kurma kapasitesi, hem doğal ışığın hem de doğal peyzajın yapı içine entegre edilmesini sağlamıştır. Bu durum, Kaplan ve Kaplan'ın (1989) dikkat restorasyon kuramında vurgulanan "yumuşak odaklanma" ve "bilişsel yenilenme" süreçlerini destekleyen çevresel tasarımın somutlaşmış hali olarak değerlendirilebilir.

Bununla birlikte, Ulrich'in stresten iyileşme teorisinin (1984) doğrudan yansıması, Adamant Psikiyatri Hastanesi ve Cherry Hospital gibi ruh sağlığı odaklı yapılarda belirginleşmektedir. Bu örneklerde mekânsal sınırlılıkların azaltılması, bireyin doğa ile doğrudan temas kurabileceği esnek ve açık alanların oluşturulması, yalnızca pasif değil aktif doğa deneyimlerini mümkün kılmaktadır. Bu bağlamda, doğayla etkileşimli yapıların stres azaltıcı etkisi, yalnızca hasta için değil, sağlık çalışanları açısından da kritik öneme sahiptir.

Örnekler arasında mekânsal örgütlenme açısından belirgin bir eğilim, modüler ve yatay planlama ile iç-dış mekân geçişlerinin geçirgenliğidir. Steno Diyabet Merkezi ve Jacobs Medical Center gibi kampüslerde kullanılan avlu sistemleri, hem gün ışığının ve hava sirkülasyonunun içeriye taşınmasını sağlamakta hem de bireylerin yönlendirilmesini kolaylaştırmaktadır. Bu durum, dikkat yenilenmesini sağlayan çevrelerin "düzenleyici açıklık" ve "çeşitlilik içinde uyum" niteliklerini içermesi gerektiğini savunan ART ve SRT kuramlarıyla örtüşmektedir (Berto, 2005; Hartig et al., 2014).

Yeşil altyapı bileşenlerinin entegrasyon düzeyi, sürdürülebilirlik hedeflerine katkı bakımından bir diğer önemli karşılaştırma alanıdır. Jacobs ve Sakura örneklerinde yeşil çatılar, su yönetimi sistemleri ve güneş enerjisi uygulamaları aracılığıyla sadece estetik değil, **çevresel işlevsellik** de mekâna kazandırılmıştır. Bu uygulamalar, Benedict & McMahon'un (2012) tanımladığı çok işlevli yeşil altyapı sistemlerinin sağlık kampüslerine nasıl uyarlanabileceğini göstermektedir. Ayrıca Başakşehir Şehir Hastanesi'nin afet direncine yönelik sismik izolatör sistemleri ve geniş açık alan planlaması, yeşil altyapının aynı zamanda bir dirençlilik stratejisi olarak kurgulandığını ortaya koyar.

Psikososyal açıdan değerlendirildiğinde, Adamant Hastanesi'nin sunduğu yüzer mekân metaforu, mekânsal normların dışına çıkan bir yaklaşım sunmakta ve "hastane" algısının sınırlarını yeniden çizerek bireyin mahremiyet, özgürlük ve kontrol hissini artırmaktadır.

Benzer şekilde Cherry Hospital'da kullanıcıların tarımsal üretime katılması, doğa ile aktif bir bağ kurulmasını teşvik etmekte ve bu da doğanın pasif bir manzara olmaktan çıkarak terapötik bir ortak haline gelmesine olanak tanımaktadır (Sempik et al., 2010).

Tüm örneklerde dikkat çeken ortak bir diğer unsur, yapıların sadece bireysel değil toplumsal ölçekte de katkı sunacak şekilde tasarlanmış olmalarıdır. Bu durum, özellikle Jacobs, Steno ve Sakura kampüslerinde kamusal erişime açık alanların, yaya rotalarının ve kamusal yeşil alanların kullanımıyla kendini gösterir. Böylece sağlık yapıları, yalnızca hastalara değil; çevredeki kentlilere de fiziksel ve ruhsal sağlık altyapısı sunan çok yönlü kentsel donatılar haline gelir.

Kuramsal çerçeveyle örneklerin örtüşmediği bazı noktalar da dikkate değerdir. Özellikle kullanıcı katılımı konusunda Adamant ve Steno örnekleri güçlü birer model sunarken; bazı büyük ölçekli projelerde (örneğin Sakura), sürecin daha teknik ve yönetici merkezli yürütüldüğü anlaşılmaktadır. Bu fark, "iyileştirici çevre" yaratımında katılımcılığın rolünün ne denli belirleyici olduğunu da ortaya koyar.

Sonuç olarak, bu beş uluslararası örnek, ekolojik mimarlık ilkelerinin sağlık yapıları özelinde nasıl mekânsal çözümler ürettiğini ve bu çözümlerin insan sağlığı üzerinde ne tür etkiler yarattığını gözler önüne sermektedir. Kavramsal modellerle örtüşen biçimde; doğal ışık, peyzaj entegrasyonu, açık alan kullanımı, biyofilik temas ve çevresel sürdürülebilirlik gibi kriterler, yapıların hem fonksiyonel hem de psikososyal değerini artırmakta; sağlık sistemlerinin yeniden şekillendiği bu dönemde yeni nesil iyileştirici kent dokuları için güçlü bir referans çerçevesi sunmaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, ekolojik mimarlık ve biyofilik tasarım ilkeleri ile şekillenen sürdürülebilir sağlık kampüslerinin, yalnızca fiziksel iyileştirme değil; ruhsal, sosyal ve çevresel bütünlük açısından da nasıl önemli işlevler üstlendiğini ortaya koymuştur. Kuramsal arka planda yer verilen dikkat restorasyon kuramı ve stresten iyileşme teorisi, doğa ile temasın bireyin bilişsel ve duygusal sağlığı üzerindeki olumlu etkilerini bilimsel verilerle açıklamış; bu çerçeve üzerinden seçilen ulusal ve uluslararası örneklerin değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir.

İncelenen örneklerde ortak olan eğilim; yeşil altyapı bileşenlerinin sağlık yapılarıyla entegre biçimde planlandığı, doğa ile görsel-fiziksel ilişkinin kurulduğu ve mekânsal geçirgenliğin teşvik edildiği bir tasarım anlayışının benimsenmiş olmasıdır. Jacobs Tıp Merkezi'nden Adamant Hastanesi'ne kadar farklı coğrafyalarda ve farklı uzmanlık alanlarına sahip sağlık kampüslerinde, ekolojik mimarlığın yalnızca çevresel değil, psikososyal boyutlarıyla da desteklenen çözümler sunduğu gözlemlenmiştir.

Bu bulgular, sürdürülebilir sağlık yapılarının yalnızca enerji verimliliği ya da yeşil bina sertifikasyonları gibi teknik göstergelerle sınırlı kalmadan; aynı zamanda toplum sağlığını destekleyen, afetlere karşı dirençli, psikolojik iyilik halini besleyen ve kamusal yaşamın bir parçası olarak tasarlanmış çevreler olmaları gerektiğini göstermektedir. Ayrıca bu yapıların kentsel ekosistemler içinde tampon bölgeler, sosyal etkileşim alanları ve ekolojik bağlantılar oluşturarak şehirlerin genel sağlık ve dirençliliğine katkı sunduğu da açıktır.

Bu çerçevede, çalışmadan elde edilen çıkarımlar doğrultusunda aşağıdaki öneriler geliştirilebilir:

- **Tasarımcı ve Planlayıcılara:** Sağlık kampüslerinin planlama süreçlerinde ekolojik mimarlık ilkeleri, pasif tasarım stratejileri ve biyofilik bileşenler bütüncül biçimde

değerlendirilmelidir. Doğal ışık, aromatik bitkiler, su ögeleri ve açık yeşil alanlar birer tamamlayıcı değil, iyileştirici araçlar olarak ele alınmalıdır.

- **Politika Yapıcılara:** Sürdürülebilir sağlık yapıları sadece bina düzeyinde değil, mahalle ve şehir ölçeğinde stratejik planlama süreçlerine entegre edilmelidir. Yeşil altyapı, yalnızca hastanelerde değil, birinci basamak sağlık birimleri, rehabilitasyon merkezleri ve psikolojik danışma alanlarında da standart bir gereklilik haline getirilmelidir.
- **Yerel Yönetimlere ve Belediyelere:** Sağlık kampüsleri etrafında yer alan kentsel açık alanlar, toplumsal fayda sağlayacak şekilde yapılandırılmalı; çevre halkı için hem sosyal hem ekolojik açıdan işlevsel yeşil alanlar sunulmalıdır.
- **Gelecek Araştırmalar İçin:** Bu çalışma literatür ve vaka temelli analizlerle sınırlıdır. Gelecekte kullanıcı deneyimlerine odaklanan saha araştırmaları, fizyolojik ve psikolojik çıktıların ölçüldüğü uygulamalı çalışmalar ve farklı iklim bölgelerindeki karşılaştırmalı analizlerle bu bulguların daha geniş bir bağlama oturtulması mümkündür.

Sonuç olarak, sürdürülebilir sağlık kampüsleri yalnızca tedavi edilen alanlar değil; insan-doğa ilişkisinin yeniden kurulduğu, kamusal mekân deneyiminin dönüşüme uğradığı ve sağlık kavramının mekânsal karşılığını bulan bütüncül çevrelerdir. Bu çevrelerin inşası, yalnızca yapı üretmek değil; sağlık, çevre ve toplum arasındaki ilişkinin sürdürülebilirliğini inşa etmektir.

KAYNAKÇA

Abrams, R. F., Malizia, E., Wendel, A., Sallis, J., Millstein, R. A., Carlson, J. A., ... & Thompson, S. (2012). *Making healthy places: designing and building for health, well-being, and sustainability*. Island Press.

Ahern, J. (2011). From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world. *Landscape and Urban Planning*, 100(4), 341–343. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.02.021

ArchDaily. (2017). *Cherry Hospital / Perkins + Will*. https://www.archdaily.com/874162/cherry-hospital-perkins-plus-will

ArchDaily. (2025). *LHL Hospital / Nordic Office of Architecture*. https://www.archdaily.com/949960/lhl-hospital-nordic-office-of-architecture (Erişim Tarihi: 6 Nisan 2025)

Benedict, M. A., & McMahon, E. T. (2012). *Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities*. Island Press.

Berto, R. (2005). Exposure to restorative environments helps restore attentional capacity. *Journal of Environmental Psychology*, 25(3), 249–259. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2005.07.001

Bratman, G. N., Anderson, C. B., Berman, M. G., Cochran, B., de Vries, S., Flanders, J., ... & Daily, G. C. (2019). Nature and mental health: An ecosystem service perspective. *Science Advances*, 5(7), eaax0903. https://doi.org/10.1126/sciadv.aax0903

Bratman, G. N., Hamilton, J. P., Hahn, K. S., Daily, G. C., & Gross, J. J. (2015). Nature experience reduces rumination and subgenual prefrontal cortex activation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(28), 8567–8572. https://doi.org/10.1073/pnas.1510459112

Browning, W. D., Ryan, C. O., & Clancy, J. O. (2014). *14 Patterns of Biophilic Design: Improving Health & Well-Being in The Built Environment*. Terrapin Bright Green LLC.

https://www.terrapinbrightgreen.com/wp-content/uploads/2020/05/14-Patterns-of-Biophilic-Design-Terrapin-2014e.pdf

Chaire Philosophie & Hôpital. (2025). *L'Adamant: Une architecture du soin*. https://chaire-philo.fr/ladamant-une-architecture-du-soin/ (Erişim Tarihi: 7 Nisan 2025)

Delvin, A. S. (2018). *Environmental psychology and human wellbeing: Effects of built and natural settings*. Academic Press.

Delvin, A. S., & Arneill, A. B. (2003). Health care environments and patient outcomes: A review of the literature. *Environment and Behavior*, 35(5), 665–694. https://doi.org/10.1177/0013916503255102

Erke Tasarım. (2025). *Başakşehir Çam and Sakura City Hospital*. https://erketasarim.com/en/our-projects/healthcare/basaksehir-cam-and-sakura-city-hospital (Erişim Tarihi: 6 Nisan 2025)

Frumkin, H., Bratman, G. N., Breslow, S. J., Cochran, B., Kahn, P. H., Lawler, J. J., ... & Wood, S. A. (2017). Nature contact and human health: A research agenda. *Environmental Health Perspectives*, 125(7), 075001. https://doi.org/10.1289/EHP1663

Gesler, W. (2003). *Healing Places*. Rowman & Littlefield Publishers.

Gesler, W., & Kearns, R. A. (2005). *Culture/place/health*. Routledge.

Hartig, T., Mitchell, R., de Vries, S., & Frumkin, H. (2014). Nature and health. *Annual Review of Public Health*, 35, 207–228. https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-032013-182443

Hess, J. J., Ranadive, N., Boyer, C., Aleksandrowicz, L., Anenberg, S. C., Aunan, K., ... & Ebi, K. L. (2020). Guidelines for modeling and reporting health effects of climate change mitigation actions. *Environmental Health Perspectives*, *128*(11), 115001.

İstanbul PPP Office. (2021). *Başakşehir Çam ve Sakura City Hospital: Investment Overview*. Retrieved from https://www.istanbulpppoffice.gov.tr

Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989). *The experience of nature: A psychological perspective*. Cambridge University Press.

Kellert, S. R., Heerwagen, J. H., & Mador, M. L. (2011). *Biophilic design: The theory, science and practice of bringing buildings to life*. Wiley.

Lehmann, S. (2014). *Low carbon cities: Transforming urban systems*. Routledge.

Marcus, C. C., & Sachs, N. A. (2013). *Therapeutic landscapes: An evidence-based approach to designing healing gardens and restorative outdoor spaces*. John Wiley & Sons.

Norton, B. A., Coutts, A. M., Livesley, S. J., Harris, R. J., Hunter, A. M., & Williams, N. S. G. (2015). Planning for cooler cities: A framework to prioritise green infrastructure to mitigate high temperatures in urban landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 134, 127–138. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.10.018

Pallasmaa, J. (2024). *The Eyes of the Skin: Architecture and the Senses*. John Wiley & Sons.

Provancha, C. A. (2019). *Kaiser Permanente: A Case Study on the Influence of Decentralized Organizational Structure on Supply Chain Transformation* (Doctoral dissertation, Northcentral University).

Ronzatti, G., & Lovric, P. (2020). Floating infrastructure large scale public spaces on water. In *WCFS2019: Proceedings of the World Conference on Floating Solutions* (pp. 49-66). Springer Singapore.

Rönesans Holding. (2025). *Başakşehir Çam ve Sakura City Hospital*. Rönesans. https://ronesans.com/en/projects/investment/basaksehir-cam-sakura-city-hospital (Erişim Tarihi: 5 Nisan 2025)

Sempik, J., Hine, R., & Wilcox, D. (2010). *Green Care: A Conceptual Framework*. Loughborough University Press.

Sørensen, M. D. (2020). *Sted, viden og planlægning: en undersøgelse af områdefornyelsers stedslige planlægningspraksis*. Roskilde Universitet.

Sternberg, E. M. (2009). *Healing spaces: The science of place and well-being*. Harvard University Press.

Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kaźmierczak, A., Niemelä, J., & James, P. (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. *Landscape and Urban Planning*, 81(3), 167–178. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.02.001

Ulrich, R. S. (1983). Aesthetic and affective response to natural environment. In *Behavior and the natural environment* (pp. 85-125). Boston, MA: Springer US.

Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, 224(4647), 420–421. https://doi.org/10.1126/science.6143402

Ulrich, R. S. (1991). Effects of interior design on wellness: theory and recent scientific research. In *Journal of Health Care Interior Design: Proceedings from the... Symposium on Health Care Interior Design. Symposium on Health Care Interior Design* (Vol. 3, pp. 97-109).

Ulrich, R. S., Zimring, C., Zhu, X., DuBose, J., Seo, H. B., Choi, Y. S., ... & Joseph, A. (2008). A review of the research literature on evidence-based healthcare design. *HERD: Health Environments Research & Design Journal*, 1(3), 61–125.

Vale, B., & Vale, R. (2009). *Time to Eat the Dog? The Real Guide to Sustainable Living*. Thames & Hudson.

White, M. P., & Gatersleben, B. (2011). Greenery on residential buildings: Does it affect preferences and perceptions of beauty? *Journal of Environmental Psychology*, 31(1), 89–98. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2010.11.002

WHO (World Health Organization). (2025a). *Operational framework for building climate resilient and low carbon health systems*. https://iris.who.int/handle/10665/345751 (Erişim Tarihi: 3 Nisan 2025)

WHO (World Health Organization). (2025b). *WHO unveils framework for climate resilient and low-carbon health systems*. https://www.who.int/news/item/09-11-2023-who-unveils-framework-for-climate-resilient-and-low-carbon-health-systems (Erişim Tarihi: 3 Nisan 2025)

WHO (World Health Organization). (2025c). *Climate change and health*. https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/climate-change-and-health (Erişim Tarihi: 3 Nisan 2025)

Wilson, E. O. (1986). *Biophilia*. Harvard University Press.

Woo, L. C. (2017). Ecomimesis: A Sustainable Design Paradigm Ecomimetic Solutions to Ecosystem Homeostatic Imbalances. *European Journal of Sustainable Development*, *6*(4), 255-255.

Yin, R. K. (2017). *Case study research and applications: Design and methods*. SAGE Publications.

Zimring, C., Joseph, A., & Choudhary, R. (2004). The role of the physical environment in the hospital of the 21st century: A once-in-a-lifetime opportunity. *The Center for Health Design*. https://www.healthdesign.org

THE ROLE OF WEARABLE TECHNOLOGIES IN EARLY DETECTION AND MANAGEMENT OF DEMENTIA: AN EVALUATION BETWEEN 2010-2024

DEMANSIN ERKEN TESPİTİ VE YÖNETİMİNDE GİYİLEBİLİR TEKNOLOJİLERİN ROLÜ: 2010-2024 ARASI BİR DEĞERLENDİRME

Aynur ATAMAN KUFACI[1], Gülcan DEMİR[2]

[1] Öğr. Görevlisi, Sinop Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, https://orcid.org/0000-0002-3708-0556

[2] Dr. Öğr. Üyesi, Sinop Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, , https://orcid.org/0000-0003-4639-399X

Özet

Demans hafıza kaybı, düşünme ve davranış değişikliği gibi zihinsel becerilerin zayıflamasıyla karakterize nörodejeneratif bir hastalıktır. Günümüzde giyilebilir teknolojilerin demansın yönetimindeki etkinliği oldukça önemlidir. Bu çalışmada giyilebilir teknolojilerin demans hastalığının erken teşhisine ve tedavi sürecinin yönetilmesine katkı sağlayan yönlerini belirlemek amaçlanmıştır. Bu çalışmada 17.03.2025 tarihinde Pubmed ve WoS (Web of Science) veri tabanları üzerinde ‘‘wearable technology’’ AND ‘‘dementia’’ anahtar kelimeleriyle yapılan arama sonucunda ulaşılan açık erişimli makaleler dikkate alınmıştır. Zaman sınırlaması uygulanmadan yapılan taramalarda toplam 239 çalışmaya ulaşılmıştır. Hariç tutma kriterleri olarak editoryal materyaller, konferans bildirileri ve geri çekilen yayınlar, sistematik derleme ve meta-analiz türündeki yayınlar belirlenmiştir. Dahil edilme kriterlerini karşılamayan 229 makale çıkarılmış, geriye kalan makalelerin ‘‘title’’ ve ‘‘abstract’’ bölümleri incelenmiştir. İnceleme sonucunda 3 makale kapsam dışı tayin edilmiş olup, 3 makale duplikasyon nedeniyle çıkarılmış ve 4 makale detaylıca incelenmiştir. Makaleler açık erişimli olduğu için etik kurul iznine gerek duyulmamıştır. Yıl bazında sonuçlar incelendiğinde konuyla ilgili çalışmaların 2010 yılında başladığı, 2020-2023 yılları arasında popülerlik kazandığı görülmektedir. Konuyla ilgili henüz 2025 yılında yapılan orijinal araştırma olmadığı görülmüştür. İlgili konunun ABD, Kanada, Birleşik Krallık gibi ülkelerde yoğun olarak çalışıldığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmaların giyilebilir cihazlarla uyku ve aktivite izleme, sıcaklık sensörleri aracılığıyla uykunun tespit edilmesi, kalp atış hızı ve solunum hızı ölçümü, aktivite izleyicileri, yürüyüş testi sırasında ölçülen yürüyüş metrikleri gibi alanlara odaklandığı görülmüştür. Sağlıkta yapay zekâ kullanımının artmasına bağlı olarak giyilebilir teknolojilerin demansın yönetiminde etkin olduğu sonucuna varılmıştır. Demansın erken tespitinde ve yönetiminde giyilebilir teknolojilerin kullanım alanlarını belirlemeye ve genişletmeye yönelik daha fazla çalışmanın yapılması önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Demans, giyilebilir teknolojiler, sinirbilim

Abstract

Dementia is a neurodegenerative disease characterized by the weakening of mental skills such as memory loss, thinking and behavioral changes. Today, the effectiveness of wearable

technologies in the management of dementia is very important. This study aimed to determine the aspects of wearable technologies that contribute to the early diagnosis of dementia and the management of the treatment process. In this study, open access articles obtained as a result of the search conducted on 17.03.2025 on Pubmed and WoS (Web of Science) databases with the keywords ‘‘wearable technology’’ AND ‘‘dementia’’ were taken into consideration. A total of 239 studies were found in the searches conducted without any time limitation. Exclusion criteria were determined as editorial materials, conference proceedings and retracted publications, systematic reviews and meta-analysis publications. 229 articles that did not meet the inclusion criteria were removed, and the ‘‘title’’ and ‘‘abstract’’ sections of the remaining articles were examined. As a result of the review, 3 articles were determined to be out of scope, 3 articles were removed due to duplication and 4 articles were examined in detail. Since the articles were open access, ethics committee approval was not required. When the results are examined on a yearly basis, it is seen that the studies on the subject started in 2010 and gained popularity between 2020-2023. It has been observed that there is no original research on the subject yet in 2025. It has been determined that the relevant subject has been studied intensively in countries such as the USA, Canada and the United Kingdom. It has been observed that the studies focused on areas such as sleep and activity monitoring with wearable devices, sleep detection through temperature sensors, heart rate and respiratory rate measurement, activity trackers, and gait metrics measured during the walking test. It has been concluded that wearable technologies are effective in the management of dementia due to the increasing use of artificial intelligence in health. It is recommended that further studies be conducted to identify and expand the use of wearable technologies in the early detection and management of dementia.

Keywords: Dementia, wearable technologies, neuroscience

ADDICTION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS

YAPAY ZEKÂ UYGULAMALARI İLE BAĞIMLILIK: BİBLİYOMETRİK ANALİZ

Gülcan DEMİR[1], Aynur ATAMAN KUFACI[2]

[1] Dr. Öğr. Üyesi, Sinop Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, https://orcid.org/0000-0003-4639-399X

[2] Öğr. Görevlisi, Sinop Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, https://orcid.org/0000-0002-3708-0556

Özet

Dijital ortamda bağımlılık türlerinin hızla arttığı bu dönemde, yapay zekâ, bağımlılık davranışlarını tespit etmek, bireysel risk profillerini belirlemek ve tedavi süreçlerini iyileştirmek için güçlü araçlar sunmaktadır. Bu çalışmada farklı bağımlılık türlerinde yapay zekânın kullanıldığı çalışmaların bibliyometrik analizini yapmak amaçlanmıştır. Bu araştırma, bibliyometrik bir çalışma olarak planlanmıştır. WoS (Web of Science) veri tabanı, bibliyometrik analizlerde yaygın olarak kullanılmakta olup, sağlık ve sosyal bilimler alanında birçok dergiye erişim sağlaması ve etki faktörü yüksek dergileri kapsaması nedeniyle tercih edilmiştir. Veri analizi için, bibliyometrik çalışmalarda yaygın olarak kullanılan CiteSpace V ve VOSviewer (1.6.20 sürümü) yazılımları kullanılmıştır. Konu kısmı için kullanılan Boolean formülü: ("addiction" OR "addictive behavior") AND ("artificial intelligence" OR "machine learning" OR "deep learning") şeklindedir. Zaman sınırlaması uygulanmamış, dergiler, yazarlar, ülkeler, kurumlar ve atıf sayıları konusunda da kısıtlama yapılmamıştır. Editoryal materyaller, toplantı özetleri, kitap bölümleri, veri yazıları, Konferans bildirileri ve geri çekilen yayınlar analizden çıkarılmıştır. Açık erişimli ve bilimsel nitelikteki yazılar analize dâhil edilmiştir, etik kurul iznine gerek duyulmamıştır. Kriterleri sağlayan toplam 436 yayın incelenmiştir. Bu yayınlar toplam 5.702 atıf almış olup, H endeksi 40'tır. İncelenen çalışmaların %14,09'u (n=65) Psychiatry, %10,1'i (n=44) Neurosciences ve %9,9'u (n=43) Computer Science Artificial Intelligence kategorilerinde yer almaktadır. Tüm araştırmalar İngilizce dilinde yayınlanmıştır. En çok makale yayınlayan dergiler arasında "Drug and Alcohol Dependence" %2,1 (n=9), "Frontiers in Psychiatry" %1,8 (n=8), "Journal of Medical Internet Research" %1,8 (n=8) ve "Addiction" %1,6 (n=7) ilk sıralarda yer almaktadır. En çok yayın yapan yazarlar arasında %1,4 (n=6) ile Gu XL, Wei GW ve Yang BH bulunmaktadır. En çok yayın yapan ülkeler sırasıyla %36,5 ile ABD (n=159), %22,9 ile Çin (n=100), %7,3 ile Kanada (n=32) ve %5,5 ile Hindistan'dır. 25 ülke içerisinde Türkiye, %2,5 ile 15. sırada yer almakta olup, toplamda 11 yayın yapmıştır. Son yıllarda, özellikle ABD, Çin ve Kanada'da bağımlılık konusunda yapay zekâ yöntemlerinin kullanımı artmıştır. Bu alandaki araştırmaların genişletilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bibliyometrik, Kumar Bağımlılığı, Yapay Zekâ, Psikiyatri, Nörobilim

Abstract

In an era where the types of addictions are rapidly increasing in the digital environment, artificial intelligence provides powerful tools for detecting addictive behaviors, determining

individual risk profiles, and improving treatment processes. This study aims to conduct a bibliometric analysis of studies using artificial intelligence in different types of addiction. This research is designed as a bibliometric study. The WoS (Web of Science) database, widely used in bibliometric analyses, was preferred due to its extensive access to journals in health and social sciences and its inclusion of high-impact journals. For data analysis, CiteSpace V and VOSviewer (version 1.6.20) software, commonly used in bibliometric studies, were employed. The Boolean formula used for the subject search was: ("addiction" OR "addictive behavior") AND ("artificial intelligence" OR "machine learning" OR "deep learning"). No time restrictions were applied, and there were no limitations on journals, authors, countries, institutions, or citation counts. Editorial materials, meeting abstracts, book chapters, data papers, conference proceedings, and retracted publications were excluded from the analysis. Open-access and scientific-quality articles were included in the analysis, and ethical approval was not required. A total of 436 publications meeting the criteria were analyzed. These publications have received a total of 5,702 citations, with an H-index of 40. Among the studies analyzed, 14.09% (n=65) are in the Psychiatry category, 10.1% (n=44) in Neurosciences, and 9.9% (n=43) in Computer Science Artificial Intelligence. All studies were published in English. The journals with the most publications include "Drug and Alcohol Dependence" (2.1%, n=9), "Frontiers in Psychiatry" (1.8%, n=8), "Journal of Medical Internet Research" (1.8%, n=8), and "Addiction" (1.6%, n=7). The most prolific authors include Gu XL, Wei GW, and Yang BH, each with 1.4% (n=6) of the publications. The countries with the highest number of publications are the USA (36.5%, n=159), China (22.9%, n=100), Canada (7.3%, n=32), and India (5.5%). Among 25 countries, Turkey ranks 15th with 2.5% (n=11) of the total publications. In recent years, the use of artificial intelligence methods in addiction has increased, particularly in the USA, China, and Canada. Expanding research in this area is recommended.

Keywords: Bibliometric, Gambling Addiction, Artificial Intelligence, Psychiatry, Neurosciences

PRODUCTION OF VOLATILE COMPOUNDS BY *Metschnikowia pulcherrima* USING DIFFERENT CARBON SOURCES

Metschnikowia pulcherrima İLE FARKLI KARBON KAYNAKLARI KULLANARAK UÇUCU BİLEŞİKLERİN ÜRETİMİ

Nesrin Merve ÇELEBİ UZKUÇ[1], Burcu KAYA[2], Hasan UZKUÇ[3]*, Yonca KARAGÜL YÜCEER[4]

[1]Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye, Food Engineering,

https://orcid.org/0000-0001-8822-7864

[2]Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye, Food Engineering,

https://orcid.org/0000-0003-1755-7705

[3]Department of Molecular Biology and Genetics, Faculty of Science, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye, Food Engineering,

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0937-7598

[4]Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye, Food Engineering,

https://orcid.org/0000-0002-9028-2923

Özet

Metschnikowia pulcherrima, şarap üretimi, hasat sonrası biyokontrol ajanı ve uçucu bileşen biyosentezi dahil olmak üzere biyoteknolojik uygulamalarda önemli potansiyele sahip non-*Saccharomyces* bir mayadır. *M. pulcherrima*'nın ayrıca aromatik özellikleri ile bilinen feniletil alkol ve izoamil alkol gibi yüksek alkolleri de üretmektedir. *M. pulcherrima* çeşitli şekerleri metabolize edebilmektedir. Karbon kaynağı çeşidi, maya fermantasyonunu etkileyen temel faktörlerden biridir. Bu çalışmada, karbon kaynağı olarak glikoz, fruktoz, laktoz, sakkaroz, ksiloz, sorbitol ve mannitol ile hazırlanmış besiyerlerinde *M. pulcherrima* tarafından etanol, feniletil alkol ve izoamil alkol üretimi araştırılmıştır. Karasakız üzümlerinden (Çanakkale, Türkiye) izole edilen *M. pulcherrima*, farklı şekerler içeren Czapek Dox sıvı besiyerinde geliştirilmiştir. Gelişme kinetiği OD600 ölçümleri ve yayma plak sayım tekniği ile izlenmiştir. Uçucu bileşenler HS-SPME-GC-MS kullanılarak analiz edilmiştir. Esterler, yüksek alkoller, asitler ve ketonlar dahil olmak üzere toplam 20 uçucu bileşen belirlenmiştir. En yüksek etanol ve izoamil alkol konsantrasyonu fruktoz fermantasyonunda gözlemlenirken, glikoz fermantasyonu en yüksek feniletil alkol üretimini sağlamıştır. Ester bileşikleri, sorbitol ve mannitol fermantasyonlarında uçucuların önemli bir bölümünü oluştururken, alkoller glikoz ve fruktoz fermantasyonunda baskın olarak belirlenmiştir. Bu bulgular, fermente edilen şeker türünün uçucu bileşen profilinin oluşumunda önemli bir rol oynadığını ve *M. pulcherrima*'nın çeşitli sürdürülebilir substratlardan doğal aroma maddeleri üretimi için umut verici bir aday olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: *Metschnikowia pulcherrima*, fermantasyon, uçucu bileşikler, phenylethyl alcohol, isoamyl alcohol

Abstract

Metschnikowia pulcherrima is a non-*Saccharomyces* yeast with significant potential in biotechnological applications, including wine production, post-harvest control, and volatile compound biosynthesis. *M. pulcherrima* is known to produce fusel alcohols such as phenylethyl alcohol and isoamyl alcohol. *M. pulcherrima* can metabolize various sugars, and the type of carbon source is one of the key factors influencing yeast fermentation. This study investigates the production of ethanol, phenylethyl alcohol and isoamyl alcohol by *M. pulcherrima* cultivated in media supplemented with glucose, fructose, lactose, sucrose, xylose, sorbitol, and mannitol as carbon sources. *M. pulcherrima*, isolated from Karasakız grapes (Çanakkale, Türkiye), was grown in Czapek Dox broth containing different sugars. Growth kinetics were monitored through OD600 measurements and spread plate counting. Volatile compounds were analyzed using HS-SPME-GC-MS. A total of 20 volatile compounds were identified, including esters, higher alcohols, acids, and ketones. The highest ethanol and isoamyl alcohol concentrations were observed in fructose-based fermentation, while glucose yielded the highest phenylethyl alcohol production. Esters constituted a significant part of volatiles in sorbitol and mannitol fermentations, whereas alcohols dominated glucose and fructose media. These findings indicate that the type of sugar plays a crucial role in shaping the volatile profile and that the ability of *M. pulcherrima* to utilize a wide range of carbon sources significantly influences its production of aroma-active compounds, making it a promising candidate for natural aroma generation from diverse and sustainable substrates.

Keywords: *Metschnikowia pulcherrima*, fermentation, volatile compounds, phenylethyl alcohol, isoamyl alcohol

1. INTRODUCTION

Metschnikowia pulcherrima is a non-*Saccharomyces* yeast strain and used as a post-harvest control agent (Li et al., 2021; Anbarasan et al., 2018). *M. pulcherrima* is a non-oleaginous yeast in taxonomy. However, it could accumulate lipids under limited culture conditions (lowered temperature, nitrogen limitation, etc.) (Abeln and Chuck, 2020; Li et al., 2021). *M. pulcherrima* demonstrates a broad spectrum of enzymatic activities, including pectinase, protease, glucanase, lichenase, glucosidase, cellulase, xylanase, amylase, sulfite reductase, lipase and lyase (Tufariello et al., 2021). *M. pulcherrima* enhances the synthesis of volatile compounds in the substrate via its enzymatic system (Malićanin et al., 2022). Many fragrance and flavour molecules produced by *M. pulcherrima* have been defined in the literature. The most significant fragrance and flavour molecules produced by *M. pulcherrima* are ethyl acetate (solvent-like aroma), 2-phenylethyl acetate (rose, honey-like aroma), β-damascenone (apple, rose, honey-like aroma) and isobutanol (wine, solvent, bitter-like aroma) (Morata et al., 2019). *M. pulcherrima* is known also to produce fusel alcohols such as phenylethyl alcohol and isoamyl alcohol. Phenylethyl alcohol is a fragrance molecule widely used in the food, pharmaceutical, perfumes, and cosmetics industry (Conde-Báez et al., 2017). Phenylethyl alcohol, which gives the aroma of rose-honey, is a valuable compound with a current market price of about $100/kg and it has a global production of 10 000 tonnes a year (Valdez Castillo et al., 2020; Chantasuban et al., 2017). The frequently reported phenylethyl alcohol producer includes strains belonging to the different genera, e.g. *Kluyveromyces marxianus*, *Debaryomyces hansenii*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Hanseniaspora vineae*, *Pichia kudriavzevii*, *Williopsis saturnus* and *Candida albicans* (Bao et al., 2021; Chauhana and

Karuppayil, 2021; Martin et al., 2016; Güneşer et al., 2015; Aung et al., 2015). These yeasts produce phenylethyl alcohol biochemically through the Ehrlich metabolic pathway and the Shikimate as a precursor of L-phenylalanine (Chantasuban et al., 2017). Isoamyl alcohol is a colorless liquid that releases a fruity aroma in low concentrations (Song et al., 2023). The formation of isoamyl alcohol occurs through a biochemical pathway in which α- isocaproic acid undergoes decarboxylation followed by reduction (Yoshimoto and Bogaki, 2023). Several yeast species have been identified as producers of isoamyl alcohol such as *K. marxianus*, *D. hansenii*, *S. cerevisiae*, *C. albicans*, *H. vineae*, *W. saturnus* (Chauhana and Karuppayil, 2021; Zhang et al., 2020; Güneşer et al., 2015; Aung et al., 2015).

The type of carbon source present in the fermentation medium is a key factor influencing yeast metabolism. *M. pulcherrima* is capable of utilizing various sugars, including glucose, fructose, xylose, sucrose, arabinose, galactose, cellobiose, maltose, and lactose, as carbon sources. However, it exhibits weak growth when lactose is used (Morata et al., 2019). This study is aimed at determining the effect of different carbon sources on the production of volatile compounds by *Metschnikowia pulcherrima*, with a particular focus on the production of ethanol, phenylethyl alcohol, and isoamyl alcohol. For this purpose, the types and concentrations of volatile compounds produced during the fermentation of different sugar sources—namely glucose, sorbitol, fructose, mannitol, and sucrose—by *M. pulcherrima* were compared. Additionally, the temporal changes in the concentrations of selected volatile compounds (phenylethyl alcohol, isoamyl alcohol, and ethanol) were monitored throughout the fermentation process.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Materials and yeast

Metschnikowia pulcherrima was isolated from the Karasakız grapes (Çanakkale, Türkiye) (Çelebi Uzkuç et al., 2023). The culture was routinely maintained on Yeast Extract Peptone Dextrose (YPD) agar containing 20% glycerol at -18 °C. Cultivation medium contains: 20 g/L bacteriological peptone, 20 g/L glucose, 10 g/L yeast extract, and 20 g/L agar.

2.2. Culture media and incubation conditions

Metschnikowia pulcherrima was cultivated on Czapek Dox broth, each supplemented with different sugar. Glucose (Bioshop, Canada), sucrose (Sigma-Aldrich, USA), sorbitol (Merck, Germany), fructose, and mannitol were used as carbon sources in this study, each added to the medium at a concentration of 10 g/L. Cultivation medium contains: 10 g; sugar, 5 g; yeast extract (Biolife, Italy), 2 g; $NaNO_3$ (Merck), 1 g; KH_2PO_4 (Merck), 0.5 g; $MgSO_4.7H_2O$ (Sigma-Aldrich), 0.5 g; KCl (Sigma-Aldrich), 0.010 g; $FeSO_4.7H_2O$ (Sigma-Aldrich) per liter of distilled water (Kántor et al., 2021). All media used for cultivation were sterilized at 121 °C for 15 minutes before use. The yeast was initially inoculated from a YPD stock plate and incubated at 28 °C for 48 hours. Subsequently, the inoculum was transferred to Erlenmeyer flasks to achieve a final concentration of approximately 10^5 cfu/mL of *M. pulcherrima* in YPD medium. The cultures were incubated for 42 hours at 28 °C with continuous shaking at 125 rpm (Sartorius-Certomat IS, Goettingen, Germany). A medium without microorganism and sugar was used as the control.

2.3. Viability of M. pulcherrima growth

The growth of *M. pulcherrima* was monitored in YPD broth during incubation at 125 rpm and 28 °C for 50 hours. A 1 mL sample was aseptically collected from shake flasks at 0, 2, 4, 8, 24, 27, 29, 32, 48, and 50 hours. Viable cell counts were determined using the spread plate method

on YPD agar after incubation at 28 °C for 72 hours. Simultaneously, cell density was measured at OD_{600} using a UV-VIS spectrophotometer (UV-1800, Shimadzu, Kyoto, Japan). A growth curve was then constructed by correlating viable cell numbers with OD_{600} values. Growth kinetics in media supplemented with different sugars were analyzed based on these curves. Additional 1 mL samples were taken at 0, 12, 15, 18, 21, 24, 36, and 42 hours to monitor OD_{600} for further evaluation of cell density (Olivares-Marin et al., 2018).

2.4. Identification of volatile compounds using GC–MS

Identification of volatile compounds was performed using a Gas Chromatography/Mass Spectrometer (GC-MS) system (GC 6890N, MS 5975C, Agilent Technologies, Wilmington, DE, USA). Volatile compounds of samples were isolated by headspace solid phase microextraction (HS-SPME) technique. A 3 mL of sample was placed in a 40 mL amber vial and incubated in a water bath at 40 °C for 15 minutes. A SPME fiber (2 cm, 50/30 µm DVB/Carboxen/PDMS StableFlex, Bellefonte, PA, USA) was inserted into the headspace of the vial. Volatile compounds were adsorbed onto the fiber for 30 minutes at 40 °C and subsequently desorbed into the GC-MS. The system was equipped with an HP-INNOWAX column (Agilent Technologies Inc.) measuring 60 m in length, with an internal diameter of 0.25 mm and a film thickness of 0.25 µm. The oven temperature was initially held at 40 °C for 2 minutes, then increased to 130 °C at a rate of 3 °C/min, and finally held at 250 °C for 10 minutes. Volatile compounds were identified using the National Institute of Standards and Technology (NIST, 2008) and Wiley Registry of Mass Spectral Data (Wiley, 2005) libraries. The concentration of each detected volatile compound was expressed as a relative peak area (%).

2.5. Statistical analysis

One-way ANOVA was conducted to evaluate the differences in volatile components among the different sugar types using SPSS 23.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Duncan test was applied to compare statistically significant differences ($P \leq 0.05$).

3. RESULTS

3.1. Viability of *M. pulcherrima* in YPD broth

The growth of *M. pulcherrima* reached a stationary phase between the 21st and 36th hours of cultivation. *M. pulcherrima* had the highest viable cell count in glucose (7.87 log cfu/mL) and fructose (7.78 log cfu/mL) medium at 18 h (Figure 1). It was determined that the viable cell count in glucose (8.85 log cfu/mL), sucrose (8.46 log cfu/mL), sorbitol (8.25 log cfu/mL), fructose (8.44 log cfu/mL) and mannitol (8.31 log cfu/mL) medium were similar after 24 h. The lowest viable cell count after 24 h was observed in the xylose (5.01 log cfu/mL) medium. Nevertheless, the viable cell counts increased by 49.50% during the 24–36 h interval in the xylose medium. In the lactose medium, the maximum viable cell count was recorded as 6.87 log cfu/mL and remained stable at 36 and 42 h. Sucrose medium (9.57 log cfu/mL) exhibited the highest viable cell counts after 42 h. The findings from xylose and lactose fermentations suggest that *M. pulcherrima* exhibits a slow fermentation capacity for these sugars. Therefore, within the scope of the study, volatile compounds resulting from the fermentation of glucose, sucrose, sorbitol, fructose, and mannitol by *M. pulcherrima* were identified.

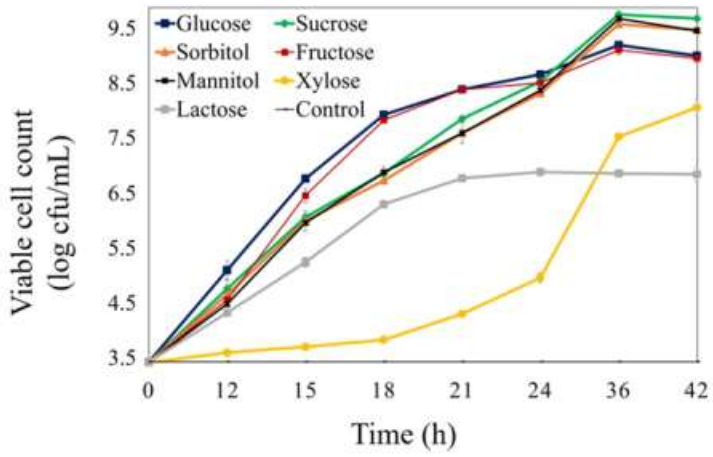


Figure 1. Growth curves of *M. pulcherrima.*

3.2. Volatile compounds production characteristics of *M. pulcherrima* in different sugar containing medium

A total of 20 volatile compounds produced by *M. pulcherrima* through the fermentation of different sugars were identified (Table 1). These compounds included 11 esters, 5 alcohols, 1 ketone, 2 acids, and other volatiles. Alcohols were the predominant volatile compounds produced during fermentation across all sugar types. M. pulcherrima produced significantly different levels of alcohol depending on the sugar fermented ($P \leq 0.05$). The highest proportion of alcohols was observed during glucose fermentation (82.7%), while the lowest was detected during sucrose fermentation (63.1%) (Figure 2).

The identified alcohols included ethanol, isoamyl alcohol (alcoholic, fruity), benzyl alcohol (floral, fruity), phenethyl alcohol (rose, honey), and isobutanol (wine-like). Isoamyl alcohol was the most abundant alcohol produced by *M. pulcherrima* across all sugar fermentations. Higher levels of isoamyl alcohol were observed during the fermentation of glucose (54.4%), fructose (52.9%), and mannitol (52.9%) compared to sucrose (45.2%) and sorbitol (49.2%). The differences in isoamyl alcohol production among the sugar types were statistically significant ($P \leq 0.05$) (Table 1).

Phenethyl alcohol was the second most abundant alcohol produced in all sugar fermentations. The highest level was observed during glucose fermentation (27.1%) ($P \leq 0.05$). Additionally, glucose fermentation resulted in significant production of isobutanol (1.1%) ($P \leq 0.05$). The highest ethanol content was found in fructose fermentation (12.0%).

The highest proportion of esters was produced during sorbitol fermentation (19.9%), whereas the lowest was detected during fructose fermentation (0.7%) (Figure 2). *M. pulcherrima* produced 11 different esters depending on the sugar fermented. Compared to the other sugar types, glucose and fructose fermentations showed relatively low ester diversity. Dominant esters included isoamyl acetate (banana-like aroma) in glucose fermentation, butyl valerate (blackberry-like) in sucrose fermentation, isoamyl butyrate (tropical, melon-like) in sorbitol fermentation, and isoamyl isovalerate (apple, banana-like) in mannitol fermentation (Table 1).

Acidic compounds were not detected during sucrose and mannitol fermentations. However, *M. pulcherrima* produced significant amounts of isovaleric acid (6.8%, dairy-like aroma) during sorbitol fermentation ($P \leq 0.05$). Acetic acid was produced in both glucose (3.3%) and fructose

(0.2%) fermentations. The only ketone identified, acetoin, was exclusively detected during glucose fermentation (0.2%).

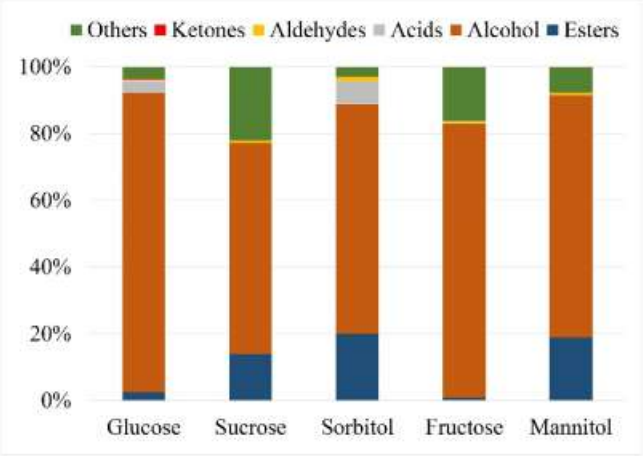


Figure 2. Contribution (%) of different sugars to the volatile profile of samples.

Table 1. Volatile compounds produced by *M. pulcherrima* grown on various sugars after 42 h fermentation (relative peak area %)

Volatile compounds	Aroma	Glucose	Sucrose	Sorbitol	Fructose	Mannitol
Esters						
Butanoic acid, ethyl ester	Apple	nd	0.3 ± 0.1a	0.3 ± 0.1a	nd	0.1 ± 0.1b
Isoamyl acetate	Banana	2.3 ± 0.2a	1.4 ± 0.2a	0.5 ± 0.1b	0.6 ± 0.1b	0.7 ± 0.1b
Amylpropionate	Apple	nd	nd	2.4 ± 0.4b	nd	3.5 ± 0.3a
Isoamyl butyrate	Tropical, melon-like	nd	nd	7.9 ± 0.7a	nd	4.4 ± 0.5b
Apple oil (isoamyl isovalerate)	Apple, banana	nd	1.7 ± 0.1b	6.7 ± 0.5a	nd	7.2 ± 0.4a
Phenelthyl acetate	Rose, honey	nd	0.2 ±0.1	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.1	nd
Phenethyl isobutyrate	Floral, fruity, rose	nd	nd	0.3 ± 0.1	nd	0.1 ± 0.1
2-phenylethyl butanoate	Floral, strawberry	nd	0.4 ± 0.1a	0.3 ± 0.1ab	nd	0.1 ± 0.1b
Phenethyl isovalerate	Floral, peach	nd	0.1 ± 0.1	0.4 ± 0.1	nd	0.3 ± 0.1
Amyl isobutyrate	Fresh, fruity	nd	nd	1.0 ± 0.1b	nd	2.2 ± 0.1a
Butyl valerate	Blackberry	nd	9.5 ± 0.2	nd	nd	nd

Alcohols						
Ethanol	Alcohol	7.9 ± 0.2b	0.4 ± 0.1c	0.4 ± 0.1c	12.0 ± 1.7a	0.8 ± 0.3c
Isoamyl alcohol	Alcoholic, fruity	54.4 ± 1.0ab	45.2 ± 0.3c	49.2 ± 2.3bc	59.6 ± 1.0a	52.9 ± 3.6ab
Benzyl alcohol	Floral, fruity	0.1 ± 0.1	nd	0.2 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.1
Phenethyl alcohol	Rose, honey	27.1 ± 0.1a	17.0 ± 1.1b	18.8 ± 0.9b	12.3 ± 0.1c	19.0 ± 0.1b
Isobutanol	Wine	1.1 ± 0.1a	0.9 ± 0.1a	0.4 ± 0.1b	0.4 ± 0.1b	0.3 ± 0.1b
Ketone						
Acetoin	Butter	0.2 ± 0.1	nd	nd	nd	nd
Acids						
Isovaleric acid	Dairy	nd	nd	6.8 ± 0.5	nd	nd
Acetic acid	Vinegar	3.3 ± 0.2a	nd	nd	0.2 ± 0.1b	nd
Other volatile						
Butanal, 2 metil	Almond	0.3 ± 0.1	0.8 ± 0.1	1.3 ± 0.7	0.4 ± 0.1	0.8 ± 0.1

nd: not detected. Data given as percent distribution. Statistically significant differences between means within each row are indicated by different letters ($P \leq 0.05$).

3.3. Effect of sugar type on ethanol, phenylethyl alcohol and isoamyl alcohol concentration during fermentation

The production levels of ethanol, isoamyl alcohol, and 2-phenylethanol by *M. pulcherrima* during the fermentation of different sugars were monitored over a 42-hour period (Figure 3). The relative production of ethanol exhibited distinct temporal patterns depending on the type of sugar used as the carbon source. In the fermentations involving glucose and fructose, ethanol levels peaked at approximately 18 hours, followed by a noticeable decline at 24 and 48 hours, suggesting early ethanol production and potential consumption or evaporation in the later stages. In contrast, ethanol concentrations in sucrose and sorbitol fermentations reached their highest levels at 24 hours before declining thereafter. During mannitol fermentation, ethanol levels remained relatively stable between 24 and 42 hours, maintaining a concentration of approximately 3.3×10^6 (area). Isoamyl alcohol production by *M. pulcherrima* steadily increased throughout the fermentation process for all sugar types, indicating continuous synthesis over time. The highest relative level of isoamyl alcohol was observed during fructose fermentation at 42 hours, reaching approximately 1.2×10^9 (area). This suggests that fructose may be a more favorable substrate for isoamyl alcohol production by *M. pulcherrima*, potentially due to its metabolic pathway compatibility or efficiency. 2-phenylethanol levels were also tracked and showed sugar-dependent production trends over time. These observations demonstrate that the type of sugar substrate not only influences the quantity of volatile compounds produced but also the timing and dynamics of their synthesis.

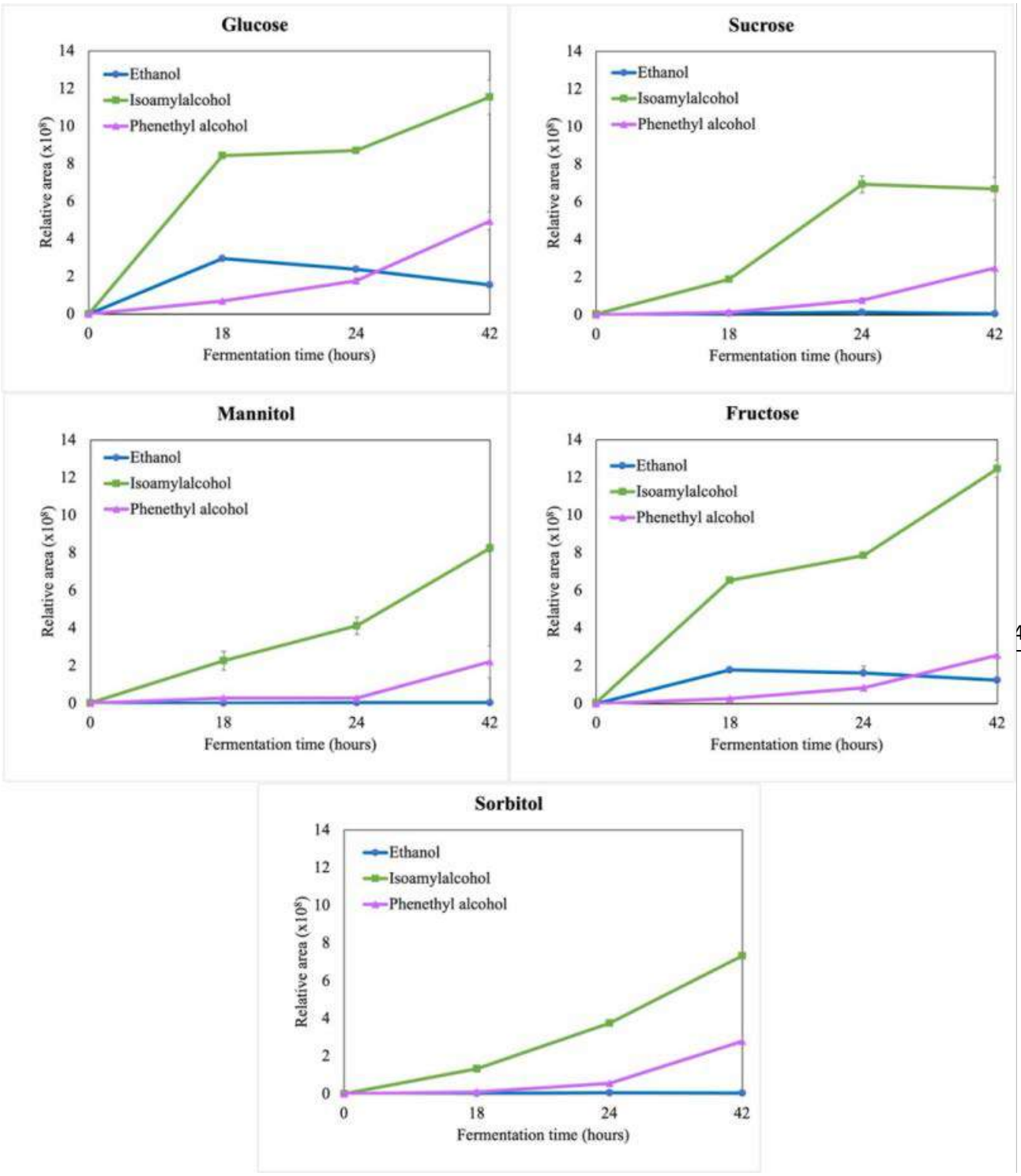


Figure 3. Effect of different sugars on the relative amount of ethanol, isoamylalcohol, and phenethyl alcohol during *M. pulcherrima* fermentation

4. DISCUSSION, CONCLUSION AND SUGGESTIONS

The carbon source in the fermentation medium plays a critical role, serving not only as an essential energy supply for microorganisms but also as a precursor for the biosynthesis of aroma

compounds (Rajendran et al., 2024). In this study, the ability of *M. pulcherrima* to utilize seven different sugar types as carbon sources was investigated. Based on the results, the five most suitable sugars were selected, and the volatile compounds produced by *M. pulcherrima* during fermentation with these carbon sources were identified. Finally, the relative amounts of phenylethyl alcohol, isoamyl alcohol, and ethanol — compounds of industrial importance — were monitored throughout the fermentation process for each selected sugar.

The fermentation of glucose in yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) primarily takes place via the Embden-Meyerhof pathway, a central route of glycolysis. The fermentation of non-glucose carbohydrates requires several conditions, including the presence of functional transporters in the plasma membrane, the availability of enzymes that connect carbohydrate metabolism to the central glycolytic pathway, and the maintenance of redox balance (Van Maris et al., 2006). According to viable cell counts indicated that *M. pulcherrima* effectively utilized glucose, sorbitol, mannitol, sucrose and fructose as carbon sources, while its growth on xylose and lactose was considerably weaker. Pawlikowska et al. (2019) reported that different strains of *M. pulcherrima* (NCYC2321 and NCYC747) strongly assimilated sorbitol and glucose, assimilated xylose poorly, and did not assimilate lactose at all. However, in the present study, it was determined that *M. pulcherrima* can ferment lactose more slowly compared to other sugars. This may be due to differences in strains across studies. Pawlikowska et al. (2019) also observed that strong xylose assimilation by their *Metschnikowia* sp. isolate, whereas the culture collection strain exhibited poor assimilation. In addition, Sitepu et al. (2014) reported that the *M.* cf. *pulcherrima* UCDFST 11-1039 is capable of assimilating cellobiose, mannose, galactose, and sucrose, but is unable to assimilate L-arabinose, D-arabinose, and rhamnose.

Esters are widely regarded as key compounds responsible for imparting floral and fruity aromas (Zhang et al., 2020). Esters are formed through the reaction between an alcohol and a carboxylic acid that is linked to coenzyme A (Trindade de Carvalho et al., 2017). Ester formation is promoted by glucose metabolism through elevated acetyl-CoA production, with the overall rate primarily influenced by the availability of isoamyl alcohol, acetyl-CoA, and the activity of alcohol acetyltransferase (Yoshimoto and Bogaki, 2023).

The *M. pulcherrima* strain was found to produce 11 different esters during the fermentation of five sugar types, with sorbitol fermentation exhibiting a particularly striking ester yield. Kokkinomagoulos et al. (2021) reported that the type of sugar used significantly influenced the total ester content in pomegranate juice beverages fermented with commercial *Saccharomyces bayanus*. Researchers were determined a higher total ester content in pomegranate juice supplemented with sucrose compared to that supplemented with concentrated grape juice (Kokkinomagoulos et al., 2021). In the present study, it was determined that sucrose fermentation had more diverse ester content compared to glucose and fructose fermentation. Deng et al. (2024) detected phenethyl acetate (0.163 g/L) as a result of the fermentation of pear juices containing 19.57 g/L glucose, 78.97 g/L fructose and 49.27 g/L with *M. pulcherrima*. Tufariello et al. (2021) reported that *M. pulcherrima* increased the content of 2-phenylethyl acetate during wine production. Similarly, our study supports the presence of phenethyl acetate produced by *M. pulcherrima* during sorbitol and fructose fermentation.

The synthesis of ketones, compounds linked to earthy and floral odors, occurs via pathways involving lipid oxidation, citrate metabolism, and glucose metabolism (Pittari et al., 2021). In this study, acetoin production by *M. pulcherrima* was observed only during glucose fermentation. Escribano-Viana et al. (2018) determined that Tempranillo grape juice contained 11.4–13.3 mg/L of acetoin after 3 days of fermentation with different *M. pulcherrima* strains.

Isoamyl alcohol, a key aroma compound commonly found in wine, is generated through yeast fermentation via glucose metabolism. Isoamyl acetate (3-methylbutyl acetate), a fruity and banana-scented ester, is synthesized from isoamyl alcohol via the same metabolic pathway (Carpena et al., 2021). Isoamyl alcohol and isoamyl acetate are produced from carbohydrates and amino acids (valine and leucine) through the metabolic pathways involving pyruvate, α-ketoisovalerate, and α-ketoisocaproate. Enzymes like hexokinase, phosphoglucose isomerase, and pyruvate kinase are involved in converting carbohydrates to pyruvate, while enzymes such as alcohol acetyltransferase, acetate kinase, phosphotransacetylase, and coenzymes like acetyl-CoA are essential for producing 3-methylbutyl acetate. Additionally, the synthesis of 3-methylbutyl acetate in wine yeasts requires the presence of acetyl-CoA (Lee et al., 2018). After 42 hours of incubation, isoamyl alcohol levels were highest in fructose, followed by glucose, mannitol, sorbitol, and sucrose in decreasing order.

Phenethyl alcohol, a prominent volatile metabolite in the fermentation medium, exhibited a continuous increase in its relative concentration over time. Known for its distinctive rose-like aroma, phenethyl alcohol is produced through the degradation of phenylalanine (Hazelwood et al., 2008) and is commonly found in beverages such as beer and wine. Microorganisms such as *Saccharomyces*, *Kluyveromyces*, *Pichia*, and *Aspergillus* are known to produce phenethyl alcohol. Viana et al. (2011) stated that alcohol acetyltransferase can convert 2-phenylethanol into its ester form, 2-phenylethyl acetate, while esterase enzymes can hydrolyze the ester back into 2-phenylethanol and acetic acid. These reactions are influenced by the nitrogen source availability, carbon source type, and yeast strain.

These findings suggest that the type of sugar plays a significant role in shaping the volatile profile. Furthermore, it was determined that *M. pulcherrima* 's ability to utilize a wide range of carbon sources significantly influences the production of volatile compounds.

Future research should explore the use of waste materials and by-products for volatile compound production by *M. pulcherrima*. Additionally, bioreactor-scale studies could help assess the potential for industrial-scale aroma production. Further optimization of fermentation conditions and strain-specific studies could improve yields and tailor *M. pulcherrima* for specific industrial applications.

5. REFERENCE

Abeln, F., & Chuck, C. J. (2020). The role of temperature, pH and nutrition in process development of the unique oleaginous yeast *Metschnikowia pulcherrima*. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, *95*(4), 1163-1172.

Anbarasan, T., Jayanthi, S., & Ragina, Y. (2018). Investigation on synthesis of biodiesel from distillery spent wash using oleaginous yeast *Metschnikowia pulcherrima*. *Materials Today: Proceedings*, *5*(11), 23293-23301.

Aung, M. T., Lee, P. R., Yu, B., & Liu, S. Q. (2015). Cider fermentation with three *Williopsis saturnus* yeast strains and volatile changes. *Annals of Microbiology*, *65*, 921-928.

Bao, Y., Zhang, M., Chen, W., Chen, H., Chen, W., & Zhong, Q. (2021). Screening and evaluation of suitable non-Saccharomyces yeast for aroma improvement of fermented mango juice. *Food Bioscience*, *44*, 101414.

Carpena, M., Fraga-Corral, M., Otero, P., Nogueira, R. A., Garcia-Oliveira, P., Prieto, M. A., & Simal-Gandara, J. (2021). Secondary aroma: Influence of wine microorganisms in their aroma profile. *Foods*, *10*, 51.

Chantasuban, T., Santomauro, F., Gore-Lloyd, D., Parsons, S., Henk, D., Scott, R. J., & Chuck, C. (2018). Elevated production of the aromatic fragrance molecule, 2-phenylethanol, using *Metschnikowia pulcherrima* through both de novo and ex novo conversion in batch and continuous modes. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology, 93*(8), 2118-2130.

Chauhan, N. M., & Mohan Karuppayil, S. (2021). Dual identities for various alcohols in two different yeasts. *Mycology*, *12*(1), 25-38.

Conde-Báez, L., Castro-Rosas, J., Villagómez-Ibarra, J. R., Páez-Lerma, J. B., & Gómez-Aldapa, C. (2017). Evaluation of waste of the cheese industry for the production of aroma of roses (phenylethyl alcohol). *Waste and Biomass Valorization*, *8*, 1343-1350.

Çelebi Uzkuç, N. M., Ay, M., & Kırca Toklucu, A. (2023). Evolution of yeast biodiversity and volatile compounds during spontaneous fermentation of 'Karasakiz'grapes from different regions over two consecutive vintages. *Ciência e Técnica Vitivinícola*, *38*(2), 152-166.

Deng, Q., Xia, S., Han, X., You, Y., Huang, W., & Zhan, J. (2024). Enhancing the flavour quality of Laiyang pear wine by screening sorbitol-utilizing yeasts and co-fermentation strategies. *Food Chemistry*, *449*, 139213.

Escribano-Viana, R., González-Arenzana, L., Portu, J., Garijo, P., López-Alfaro, I., López, R., Santamaría, P. & Gutiérrez, A. R. (2018). Wine aroma evolution throughout alcoholic fermentation sequentially inoculated with non-Saccharomyces/Saccharomyces yeasts. *Food Research International*, *112*, 17-24.

Güneşer, O., Demirkol, A., Karagül Yüceer, Y., Özmen Toğay, S., İşleten Hoşoğlu, M., & Elibol, M. (2015). Bioflavour production from tomato and pepper pomaces by *Kluyveromyces marxianus* and *Debaryomyces hansenii*. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, *38*, 1143-1155.

Hazelwood, L. A., Daran, J. M., Van Maris, A. J., Pronk, J. T., & Dickinson, J. R. (2008). The Ehrlich pathway for fusel alcohol production: a century of research on *Saccharomyces cerevisiae* metabolism. *Applied and Environmental Microbiology*, 74(8), 2259-2266.

Kántor, A., Hutková, J., Petrová, J., Hleba, L., & Kačániová, M. (2021). Antimicrobial activity of pulcherrimin pigment produced by *Metschnikowia pulcherrima* against various yeast species. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, *2021*, 282-285.

Kokkinomagoulos, E., Nikolaou, A., Kourkoutas, Y., Biliaderis, C. G., & Kandylis, P. (2021). Impact of sugar type addition and fermentation temperature on pomegranate alcoholic beverage production and characteristics. *Antioxidants*, *10*(6), 889.

Lee, S. M., Jung, J. H., Seo, J. A., & Kim, Y. S. (2018). Bioformation of volatile and nonvolatile metabolites by *Saccharomycopsis fibuligera* KJJ81 cultivated under different conditions—carbon sources and cultivation times. *Molecules*, *23*(11), 2762.

Li, Q., Wang, D., Liu, X., Li, A., & Chandran, K. (2021). Enhanced lipid accumulation in Metschnikowia pulcherrima using volatile fatty acids under non-sterile repeated batch cultivation. *International Biodeterioration & Biodegradation*, *163*, 105256.

Malićanin, M., Danilović, B., Stamenković Stojanović, S., Cvetković, D., Lazić, M., Karabegović, I., & Savić, D. (2022). Pre-fermentative cold maceration and native non-Saccharomyces yeasts as a tool to enhance aroma and sensory attributes of chardonnay wine. *Horticulturae*, *8*(3), 212.

Martin, V., Boido, E., Giorello, F., Mas, A., Dellacassa, E., & Carrau, F. (2016). Effect of yeast assimilable nitrogen on the synthesis of phenolic aroma compounds by *Hanseniaspora vineae* strains. *Yeast*, *33*(7), 323-328.

Morata, A., Loira, I., Escott, C., del Fresno, J. M., Bañuelos, M. A., & Suárez-Lepe, J. A. (2019). Applications of *Metschnikowia pulcherrima* in wine biotechnology. *Fermentation*, *5*(3), 63.

Olivares-Marin, I. K., González-Hernández, J. C., Regalado-Gonzalez, C., & Madrigal-Perez, L. A. (2018). *Saccharomyces cerevisiae* exponential growth kinetics in batch culture to analyze respiratory and fermentative metabolism. *Journal of Visualized Experiments*: JoVE, (139), 58192.

Pawlikowska, E., James, S. A., Breierova, E., Antolak, H., & Kregiel, D. (2019). Biocontrol capability of local Metschnikowia sp. isolates. *Antonie Van Leeuwenhoek*, *112*, 1425-1445.

Pittari, E., Moio, L., & Piombino, P. (2021). Interactions between polyphenols and volatile compounds in wine: A literature review on physicochemical and sensory insights. *Applied Sciences*, *11*(3), 1157.

Rajendran, S., Khomenko, I., Silcock, P., Betta, E., Biasioli, F., & Bremer, P. (2024). Impact of Different Carbon Sources on Volatile Organic Compounds (VOCs) Produced during Fermentation by *Levilactobacillus brevis* WLP672 Measured Using Proton Transfer Reaction Time-of-Flight Mass Spectrometry (PTR-ToF-MS). *Molecules*, *29*(14), 3275.

Ray B., 2004. Microbial Growth Characteristics. In: Ray B., Ed., Fundamental Food Microbiology. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp 57-67).

Sitepu, I., Selby, T., Lin, T., Zhu, S., & Boundy-Mills, K. (2014). Carbon source utilization and inhibitor tolerance of 45 oleaginous yeast species. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, *41*(7), 1061-1070.

Song, J., Wang, Y., Xu, H., Liu, J., Wang, J., Zhang, H., & Nie, C. (2023). A Physiogenomic Study of the Tolerance of Saccharomyces cerevisiae to Isoamyl Alcohol. *Fermentation*, *10*(1), 4.

Trindade de Carvalho, B., Holt, S., Souffriau, B., Lopes Brandão, R., Foulquié-Moreno, M. R., & Thevelein, J. M. (2017). Identification of novel alleles conferring superior production of rose flavor phenylethyl acetate using polygenic analysis in yeast. *MBio*, *8*(6), 10-1128.

Tufariello, M., Fragasso, M., Pico, J., Panighel, A., Castellarin, S. D., Flamini, R., & Grieco, F. (2021). Influence of non-Saccharomyces on wine chemistry: A focus on aroma-related compounds. *Molecules*, *26*(3), 644.

Valdez Castillo, M., Tahmasbi, H., Pachapur, V. L., Brar, S. K., Vuckovic, D., Sitnikov, D., Arriaga, S., Blais, J.-F. & Avalos Ramirez, A. (2021). Production of aroma and flavor-rich fusel alcohols by cheese whey fermentation using the *Kluyveromyces marxianus* and *Debaryomyces hansenii* yeasts in monoculture and co-culture modes. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, *96*(8), 2354-2367.

Van Maris, A. J., Abbott, D. A., Bellissimi, E., van den Brink, J., Kuyper, M., Luttik, M. A., Wouter Wisselink, H., Alexander Scheffers, W., van Dijken, J. P. & Pronk, J. T. (2006). Alcoholic fermentation of carbon sources in biomass hydrolysates by Saccharomyces cerevisiae: current status. *Antonie van Leeuwenhoek*, *90*, 391-418.

Viana, F., Belloch, C., Vallés, S., & Manzanares, P. (2011). Monitoring a mixed starter of Hanseniaspora vineae–Saccharomyces cerevisiae in natural must: impact on 2-phenylethyl acetate production. *International Journal of Food Microbiology*, *151*(2), 235-240.

Yoshimoto, H., & Bogaki, T. (2023). Mechanisms of production and control of acetate esters in yeasts. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, *136*(4), 261-269.

Zhang, W., Zhuo, X., Hu, L., & Zhang, X. (2020). Effects of Crude β-Glucosidases from *Issatchenkia terricola*, *Pichia kudriavzevii*, *Metschnikowia pulcherrima* on the Flavor Complexity and Characteristics of Wines. *Microorganisms*, 8, 953.

INVESTIGATION OF CAD-CAM PARAMETERS IN ADDITIVE MANUFACTURING PROCESSES FOR AEROSPACE APPLICATIONS

HAVACILIK ALANINDAKİ EKLEMELİ İMALAT İŞLEMLERİNDE CAD-CAM PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ

Ekin Öztürk

Havacılık ve Uzay Mühendisi, Sinop Üniversitesi Makine Mühendisliği Yüksek Lisans Öğrencisi, 0009-0000-5545-2686

Özet

İnsanoğlu, bilinen zamanın başlangıcından beri doğanın sunduğu kaynakları değerlendirmek amacıyla sürekli bir çaba içerisindedir ve bu amaç doğrultusunda, günümüze kadar çeşitli üretim yöntemleri geliştirmiştir. Başka bir deyişle, doğadaki kaynakları ihtiyaçlarını karşılamak için zekâsını kullanarak, bugüne ulaşan ve hâlen devam eden bir süreç içerisinde farklı üretim teknikleri ortaya koymuştur. Bu tekniklerin başında gelen geleneksel üretim yöntemleri, genellikle bir hammaddenin işlenerek ve aşındırılarak şekillendirilmesini temel alan malzeme eksiltme (subtractive manufacturing) esasına dayanmaktadır. Ancak bu yöntemler, tasarım ve üretim esnekliği açısından önemli sınırlamalar barındırmakta ve gelişen teknolojiye paralel olarak ortaya çıkan yeni ihtiyaçlara her zaman yeterli düzeyde yanıt verememektedir. Bu bağlamda, katmanlı üretim prensibiyle çalışan eklemeli imalat (additive manufacturing) üretim yöntemi, modern üretim anlayışında köklü bir dönüşüm yaratmış ve kendisine başta havacılık ile uzay endüstrisi olmak üzere birçok alanda büyük bir uygulama alanı bulmuştur. Karmaşık geometrilere sahip parçaların üretimi, malzeme tasarrufu, hafiflik, hızlı prototipleme ve yüksek hassasiyet gibi avantajlar sunması bu üretim biçimini ön plana çıkarmaktadır. Bu çalışmada, eklemeli imalatın tarihçesi ve temel yöntemleri incelenmiş; ardından havacılık alanında yaygın olarak kullanılan bazı eklemi imalat türleri özelinde CAD (Bilgisayar Destekli Tasarım) ve CAM (Bilgisayar Destekli Üretim) parametreleri detaylı olarak ele alınmıştır. Ayrıca üretim sonrası işlemler ve eklemi imalatlı üretim yöntemlerinin Mars ve Ay gibi dünya dışı görevlerdeki olası kullanımları da değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Eklemeli imalat, Havacılık ve Uzay, CAD, CAM

Abstract

Since the beginning of known time, to survive, humanity has been in a continuous effort to utilize the resources offered by nature, and throughout this process, various production methods have been developed up to the present day. In other words, by using intelligence to meet its needs, humankind has devised different manufacturing techniques and, this effort still, continues to this day. Among these, traditional manufacturing methods primarily rely on subtractive manufacturing, which involves shaping a raw material using tools and removing parts of it. However, these methods present significant limitations in terms of design and production flexibility and often fail to adequately respond to the emerging needs brought about by advancing technologies. In this context, additive manufacturing, which operates based on the principle of layer-by-layer production, has led to a fundamental transformation in modern manufacturing and has found a wide range of applications, especially in the aerospace

industries. The ability to produce parts with complex geometries ,minimize material waste, achieve lightweight structures, enable rapid prototyping, and provide high precision makes this manufacturing approach increasingly prominent. In this study, the history and fundamental methods of additive manufacturing are examined. Subsequently, CAD (Computer-Aided Design) and CAM (Computer-Aided Manufacturing) parameters related to commonly used additive manufacturing techniques in the aerospace field are discussed in detail. Furthermore, post-processing operations and the potential applications of additive manufacturing in extraterrestrial missions, such as those planned for Mars and the Moon, are also evaluated.

Keywords: Additive Manufacturing, CAD, CAM, Aerospace

RECENT INNOVATION EXAMPLES IN THE FIELD OF HEALTH CARE
SAĞLIK BAKIM ALANINA YÖNELİK GÜNCEL BULUŞ ÖRNEKLERİ

Melisa CIMBIZ[1], Nadiye BARIŞ EREN[2]

[1]Hemşirelik öğrencisi, Tarsus Üniversitesi, 0009-0003-6360-1727
[2]Dr. Öğr. Üyesi, Tarsus Üniversitesi, Hemşirelik bölümü, 0000-0002-1935-244X

Özet

Teknolojik gelişmeler, sağlık bakım hizmetlerinde hem hasta güvenliğini hem de bakım kalitesini artıran yenilikçi uygulamaların ortaya çıkmasına olanak sağlamaktadır. Bu çalışmada, sağlık bakım alanına yönelik güncel buluş örneklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, Türk Patent ve Marka Kurumu'nun resmi internet sayfasında yer alan patent ve faydalı model başvuruları, "bakım" anahtar kelimesi kullanılarak taranmıştır. Tarama kapsamında, başvuru süreci tamamlanmış ya da devam eden çok sayıda buluş örneği belirlenmiş olup, bu çalışmada son beş yılı kapsayan sağlık bakım alanına yönelik tescillenmiş patent ve faydalı model sonuçlarına yer verilmiştir. İncelenen buluşlar arasında; bireylerin evde yara bakımlarını yapabilmelerine olanak sağlayan "Elin Ulaşamadığı Bölgeler İçin Yara Bakım Aparatı", yatan hastaların yemek sonrası kişisel temizlik ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik "Mobil Kişisel Bakım Ünitesi", güvenli hasta transferini mümkün kılan "Çok Amaçlı Hasta Bakım Şiltesi" ve yenidoğanları enfeksiyondan korumaya yönelik temassız kontrol sağlayan "Yenidoğan Açık Yatak, Yoğun Bakım Bebek Kuvözü, Hibrit Kuvöz Gibi Cihazların Temas Olmaksızın El Hareketleri ile Uzaktan Kontrol Sistemi" gibi yenilikçi tasarımlar yer almaktadır. Sonuç olarak, sağlık bakım hizmetlerinin kalitesini artırmaya ve bakım süreçlerini kolaylaştırmaya yönelik birçok özgün buluşun geliştirildiği görülmektedir. Bu buluşların hem bireysel bakım uygulamalarını desteklediği hem de profesyonel bakım süreçlerine katkı sunduğu değerlendirilmektedir. Sağlık bakım alanında teknolojik yeniliklerin teşvik edilmesi, hem hasta konforunun artırılması hem de bakım verenlerin iş yükünün azaltılması açısından önem taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: Buluş, faydalı model, patent, sağlık bakımı

Abstract

Technological advancements have enabled the emergence of innovative practices that enhance both patient safety and the quality of care in healthcare services. This study aims to identify recent innovation examples in the field of healthcare. In this context, patent and utility model applications listed on the official website of the Turkish Patent and Trademark Office were scanned using the keyword "care." During the screening process, numerous innovation examples with either completed or ongoing application procedures were identified. This study specifically focuses on patented and registered utility models in the healthcare field over the past five years. Among the reviewed innovations are: the "Wound Care Device for Hard-to-Reach Areas," which allows individuals to perform wound care at home; the "Mobile Personal Care Unit," designed to meet the post-meal personal hygiene needs of bedridden patients; the "Multi-Purpose Patient Care Mattress," which enables safe patient transfer; and the "Remote Contactless Control System for Devices such as Open Neonatal Beds, Neonatal Intensive Care

Incubators, and Hybrid Incubators," developed to protect newborns from infection. In conclusion, it is observed that many original innovations have been developed to improve the quality of healthcare services and to facilitate care processes. These innovations are considered to support both individual care practices and contribute to professional care processes. Promoting technological innovations in healthcare is important for increasing patient comfort and reducing the workload of caregivers.

Keywords: Innovation, utility model, patent, healthcare

1. GİRİŞ

Son yıllarda teknolojinin sağlık bakım hizmetlerine entegrasyonu, hasta güvenliği ve bakım kalitesini artırmaya yönelik birçok yenilikçi çözümün ortaya çıkmasına olanak tanımıştır. Bu çalışma, sağlık bakım alanına yönelik güncel buluş örneklerini belirlemeyi amaçlamaktadır.

2. YÖNTEM

Bu doğrultuda, Türk Patent ve Marka Kurumu'nun resmi internet sayfasında yer alan patent ve faydalı model başvuruları, "bakım" anahtar kelimesi kullanılarak taranmıştır. Tarama kapsamında, başvuru süreci tamamlanmış ya da devam eden çok sayıda buluş örneği belirlenmiş olup, bu çalışmada son beş yılı kapsayan sağlık bakım alanına yönelik tescillenmiş patent ve faydalı model sonuçlarına yer verilmiştir.

3. BULGULAR

Tablo 1. Buluş örnekleri

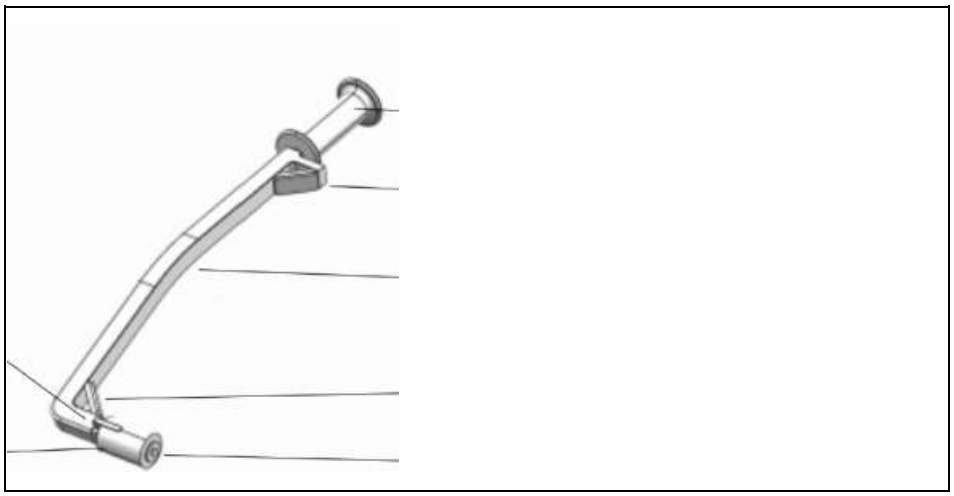
Buluş Başlığı	Başvuru Tarihi	Tescil Tarihi	Koruma Tipi	Buluş Sahipleri
Elin Ulaşamadığı Bölgeler İçin Yara Bakım Aparatı	25.11.2021	21.09.2022	Faydalı model	Berfin Dağ Özlem Şahinkaya
Mobil Kişisel Bakım Ünitesi	24.02.2022	21.09.2022	Faydalı modele	Ahmet Kader Ahmet Can İnan
Çok Amaçlı Hasta Bakım Şiltesi	01.04.2019	21.05.2024	Faydalı model	Açelya Küçükkaraca
Yenidoğan Açık Yatak, Yoğun Bakım Bebek Kuvözü, Hibrit Kuvöz Gibi Cihazların Temas Olmaksızın El Hareketleri ile	31.12.2020	21.06.2024	Patent	Ferhat Yıldız

Uzaktan Kontrol Sistemi

*Buluşlar tescil tarihine göre sıralanmıştır.

Elin Ulaşamadığı Bölgeler İçin Yara Bakım Aparatı

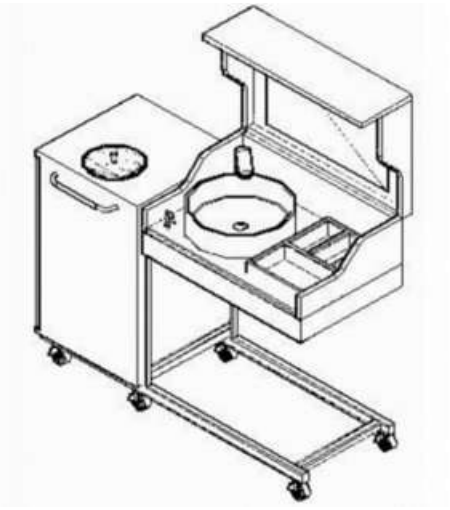
Yara bakımı, sağlık bakım hizmetleri içerisinde özel bir öneme sahiptir. Geliştirilen bu yara bakım aparatı, özellikle evde bakım alan hastaların, yaraya doğrudan temas etmeden, steril koşullarda kendi pansumanlarını yapmalarına olanak tanımaktadır. Aparat; bir makara, bu makaranın ucunda pansuman malzemesinin sabitlenmesini sağlayan bir yay, ve çubuğa entegre edilmiş aynalardan oluşmaktadır. Bu tasarım sayesinde, birey elinin ulaşamadığı yara bölgelerine aparatın çubuğu ile erişebilir, aynalar aracılığıyla yarayı görebilir ve çubuğun ucundaki rulo yardımıyla pansuman işlemini rahatlıkla gerçekleştirebilir (Şekil 1).



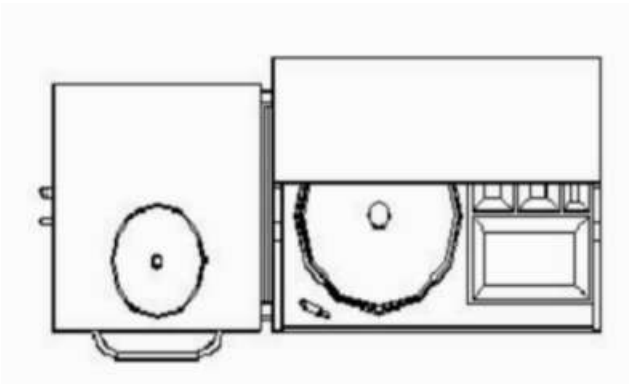
Şekil 1. Elin ulaşamadığı bölgeler için yara bakım aparatı

Mobil Kişisel Bakım Ünitesi

Bu kişisel bakım ünitesi, yatan hastaların temel fizyolojik ihtiyaçlarını bağımsız bir şekilde karşılayabilmeleri amacıyla tasarlanmıştır. Cihaz sayesinde birey; yemek yiyebilir, el ve yüz temizliğini yapabilir, dişlerini fırçalayabilir, aynayla kendini kontrol edebilir, saç bakımını gerçekleştirebilir, tıraş olabilir ve tüm bu işlemler sırasında oluşan atıkları hijyenik bir şekilde uzaklaştırabilir. Ünite, hastanın dışarıdan yardım almadan kişisel bakımını sürdürebilmesini mümkün kılar.



Şekil 2. Mobil kişisel bakım ünitesinin izometrik görünümü



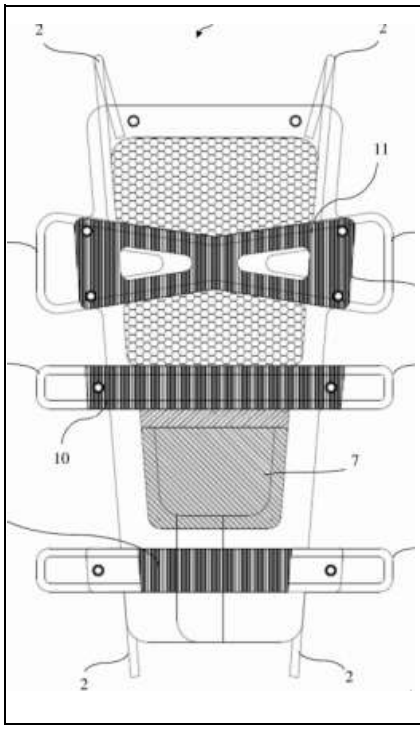
Şekil 3. Mobil kişisel bakım ünitesinin üstten görünümü

Kişisel Bakım Ünitesi; kapalıyken masa, açıldığında ise tezgâh işlevi görecek şekilde tasarlanmıştır. Üzerinde lavabo, fotoselli musluk, sabunluk, kişisel eşya kutusu, ayna ve LED aydınlatma gibi donanımlar bulunmaktadır. Ayrıca sistem; temiz ve atık su tankları, şarj edilebilir batarya, çöp kutusu ve havlu askılığı gibi destekleyici bileşenleri de içermektedir (Şekil 2, Şekil 3).

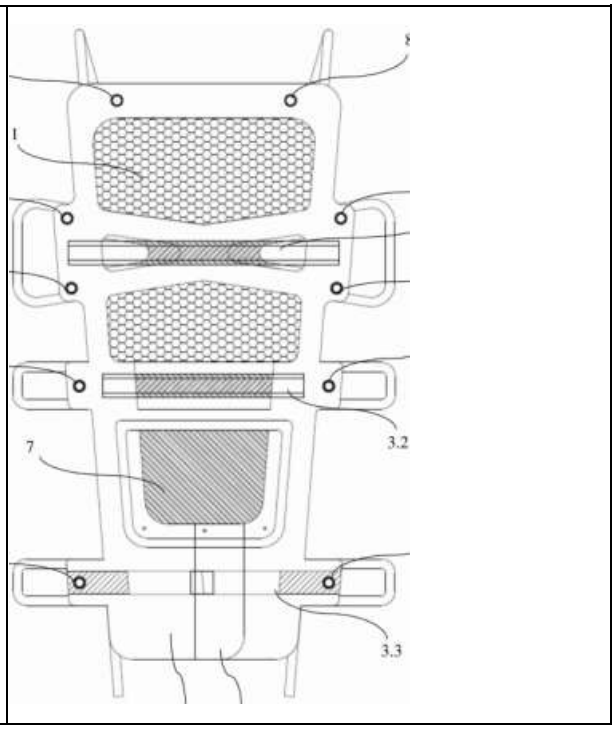
Bu ünitenin kullanımı, hastaların psikolojik olarak kendilerini daha iyi hissetmelerine katkı sağlayacaktır. Özellikle bireyin kendi bakımını bağımsız şekilde gerçekleştirebilmesi, özgüvenini artırarak genel iyilik halini destekleyecek ve dolayısıyla iyileşme sürecini hızlandıracaktır.

Çok Amaçlı Hasta Bakım Şiltesi

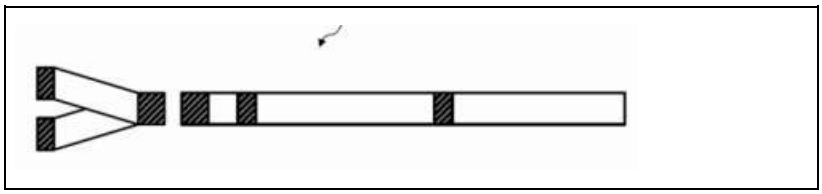
Bu bakım şiltesi, öz bakımını gerçekleştiremeyen hastaların perine bölgesi temizliğinin güvenli ve etkili şekilde yapılmasına olanak tanımaktadır. Aynı zamanda, hasta pozisyonlandırması ile hasta transferi işlemleri güvenli biçimde gerçekleştirilebilmektedir. Şiltenin göğüs, bel ve bacak bölgelerinde yer alan güvenlik kemerleri, hastanın sabitlenmesini sağlayarak bakım sürecinde oluşabilecek riskleri en aza indirmektedir (Şekil 4, Şekil 5, Şekil 6).



Şekil 4. Çok Amaçlı Hasta Bakım Şiltesinin Arkadan görünümü



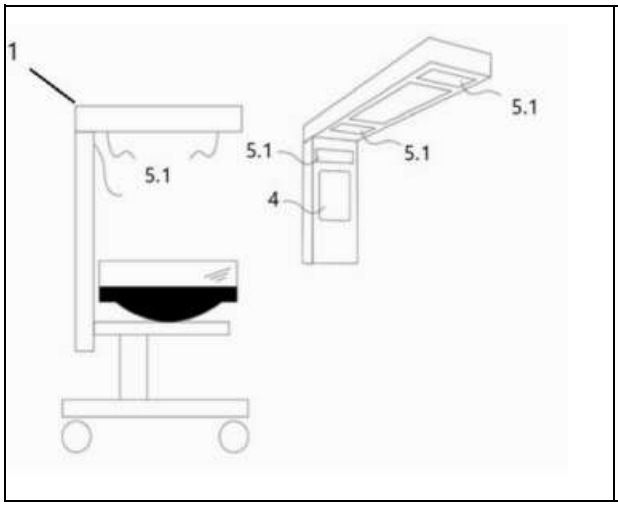
Şekil 5. Çok Amaçlı Hasta Bakım Şiltesinin önden görünümü



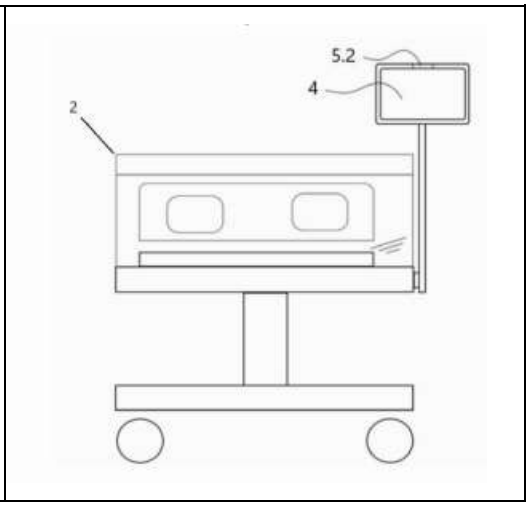
Şekil 6. Çok Amaçlı Hasta Bakım Şiltesinin bağ kemerlerinin görünümü

Yenidoğan Açık Yatak, Yoğun Bakım Bebek Kuvözü, Hibrit Kuvöz Gibi Cihazların Temas Olmaksızın El Hareketleri ile Uzaktan Kontrol Sistemi

Temassız el hareketleriyle çalışan uzaktan kontrol sistemi, yenidoğan ve hasta bebeklerin enfeksiyon riskine karşı korunmasına katkı sağlamaktadır. Bu sistem; hareket algılayabilen sensörler, işlemci, yazılım ve anakart içeren bir kontrol paneli ile entegre şekilde çalışır. Belirli el hareketlerini algılayıp yorumlayabilen bu sensörler, kumanda paneli aracılığıyla cihaza gerekli komutları iletir. Sistem; yenidoğan açık yatağı, yoğun bakım bebek kuvözü ya da hibrit kuvöz gibi cihazlara entegre edilerek hijyenik ve temassız bir kontrol imkânı sunar.

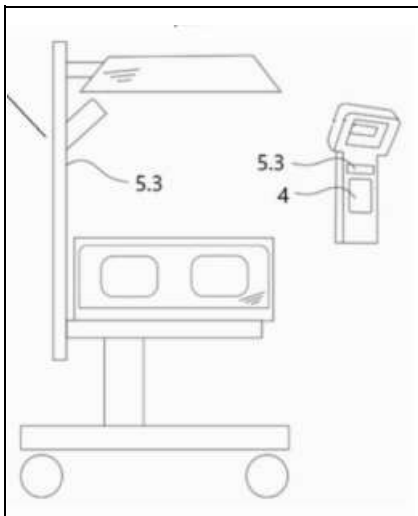


Şekil 7. Yenidoğan açık yatak

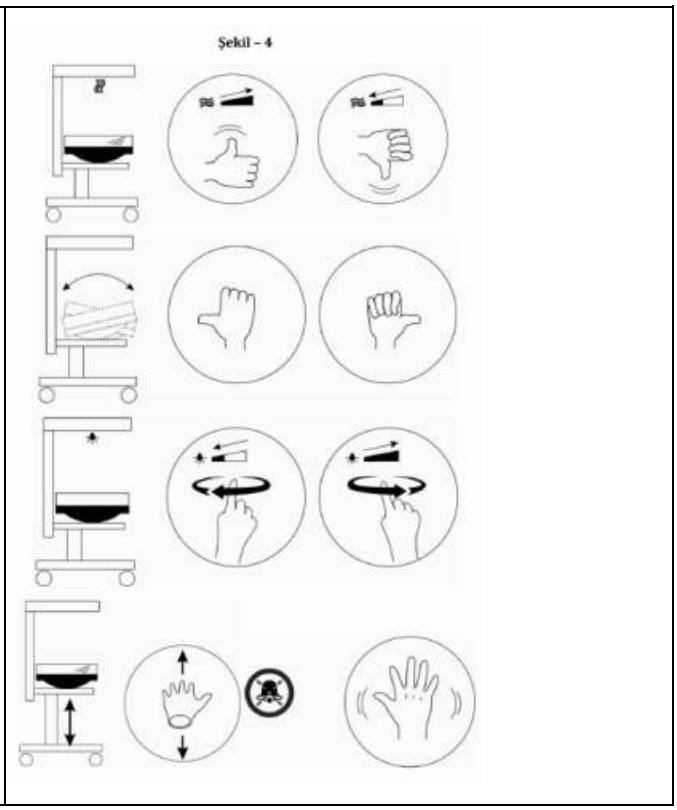


Şekil 8. Hibrit kuvöz

Bu kontrol sistemi sayesinde sağlık personeli, herhangi bir fiziksel temas olmadan; el, kol ve baş hareketleriyle yenidoğan açık yatağını, yoğun bakım bebek kuvözünü veya hibrit kuvözü uzaktan yönetebilmektedir (Şekil 7, Şekil 8, Şekil 9, Şekil 10). Sistem, önceden tanımlanmış hareketleri algılayarak; ortam sıcaklığının ayarlanması, yatağın eğiminin değiştirilmesi, ışık şiddetinin kontrolü, yatak yüksekliğinin ayarlanması ve alarmın kapatılması gibi işlevleri gerçekleştirebilmektedir. Ayrıca, yanlışlıkla yapılan hareketlerin sistem tarafından algılanmaması amacıyla, güvenlik önlemi olarak mesafe algılayıcı bir sensör de cihaza entegre edilmiştir. Bu sensör, sistemin güvenli ve hatasız çalışmasını desteklemektedir.



Şekil 9. Yoğun bakım bebek kuvözü



Şekil 10. Cihazların temas olmaksızın el hareketleri ile uzaktan kontrol sistemi

4. SONUÇ

Bu çalışmada, sağlık bakım alanında geliştirilen ve son yıllarda Türk Patent ve Marka Kurumu'na bildirilen yenilikçi buluş örnekleri incelenmiştir. Elde edilen bulgular, sağlık bakım süreçlerine yönelik teknolojik çözümlerin hem hasta konforunu hem de bakım verenlerin iş verimliliğini artıracak nitelikte olduğunu göstermektedir.

İncelenen bu buluşların sağlık bakım hizmetlerinde karşılaşılan temel sorunlara işlevsel çözümler sunduğu görülmektedir. Bu buluşların ortak özelliği; hasta merkezli bir yaklaşımla geliştirilmiş olmaları, bakım sürecini kolaylaştırmaları ve hijyen, güvenlik ile bağımsızlık gibi kritik unsurları desteklemeleridir. Ayrıca söz konusu ürünlerin evde bakım, yoğun bakım ve uzun süreli yatan hasta bakımı gibi çeşitli klinik senaryolarda uygulanabilir olması, yaygın kullanım potansiyelini artırmaktadır.

Sonuç olarak, sağlık bakım alanında geliştirilen bu tür inovasyonların teşvik edilmesi, sadece bireysel bakım kalitesini artırmakla kalmayıp, aynı zamanda sağlık sisteminin genel iş yükünü hafifletme potansiyeli taşımaktadır. Bu bağlamda, teknoloji destekli çözümlerin daha yaygın kullanımı ve yeni buluşların desteklenmesi, gelecekte sağlık bakım hizmetlerinin sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşımaktadır.

5. KAYNAKLAR

Barış Eren, N. (2022). Örneklerle Bakımın Yönetiminde İnovasyon. U. Özkaya (Ed). 1st International Conference on Innovative Academic Studies (ICIAS 2022). September 10-13, Konya, Turkey.

Barış Eren, N. (2022). Yaşamsal Bulgulara Yönelik İnovatif Yaklaşımlar. 2nd International Medicine, Health and Communication Sciences Congress. October 5-8, Eskişehir, Turkey.

Barış Eren, N. (2022). Sağlık Bakımında İnovatif Ürün Örnekleri. 5th International Congress on Medical Sciences and Multidisciplinary Approaches. October 8-9, Turkey.

Barış Eren, N. (2022). Yoğun Bakımda İnovatif Yaklaşımlar. 5th International Congress on Medical Sciences and Multidisciplinary Approaches. October 8-9, Turkey.

Dinç, L. (2010). Bakım Kavramı ve Ahlaki Boyutu. Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi, 17 (2), 74-82.

Doğan Merih, Y. (2021). İnovasyon ve Hemşirelik. Aydın, A. (Ed.), Bakım Kalitesini İyileştirmede İnovasyon. Ankara: Akademisyen Kitabevi.

Eren Fidancı, B., Yıldız, D., Bayrak Aykan, E. (2018). Hemşirelerde İnovatif Ruhu Uyandırma. Sevil, Ü., Demirel Bozkurt, Ö. (Eds.), Hemşirelik ve İnovasyon.1. Baskı, İstanbul: Güven Plus Grup Danışmanlık A.Ş. Yayınları.

Hendekci, A., Aydın Avcı, İ. (2021). Sağlık Bakım Teknolojilerinde Zorlıklar ve Sınırlılıklar. Aydın, A. (Ed.), Bakım Kalitesini İyileştirmede İnovasyon. Ankara: Akademisyen Kitabevi.

https://www.turkpatent.gov.tr/ (E.T. 02.09.2022)

Kartal, H., Kantek, F. (2018). Hemşirelikte İnovasyon Örnekleri. Sağlık ve Hemşirelik Yönetimi Dergisi, 1(5), 58.

Orhan, F. (2022). Sağlık Hizmetlerinde İnovasyon. Ankara: İKSAD Publishing House.

Soner, G., Aydın Avcı, İ. (2021). Sağlık Bakımında İnovasyon için Kanıt Temelli Bakım. Aydın, A. (Ed.), Bakım Kalitesini İyileştirmede İnovasyon. Ankara: Akademisyen Kitabevi.

INVENTION EXAMPLES RELATED TO URINARY ELIMINATION
ÜRİNER BOŞALTIMA YÖNELİK BULUŞ ÖRNEKLERİ

Pervin ÇİÇEK[1], Nadiye BARIŞ EREN[2]

[1]Hemşirelik öğrencisi, Tarsus Üniversitesi, 0009-0000-5704-6382
[2]Dr. Öğr. Üyesi, Tarsus Üniversitesi, Hemşirelik bölümü, 0000-0002-1935-244X

Özet

Sağlık hizmetlerinde üriner sistem fonksiyonlarının korunması ve desteklenmesi, hastaların yaşam kalitesini doğrudan etkileyen önemli bir alandır. Bu süreçte hemşireler başta olmak üzere tüm sağlık ekibi üyeleri, klinik uygulamalarda etkin ve pratik çözümler sunan yenilikçi ürün ve buluşlardan faydalanmaktadır. Bu çalışmada, üriner boşaltıma yönelik buluş örneklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda Türk Patent ve Marka Kurumu'nun resmi internet sayfasında buluş özeti kısmına "hasta" anahtar kelimesi yazılarak üriner boşaltım ile ilgili patent ve faydalı model sonuçları taranmıştır. Türk Patent ve Marka Kurumu'nun resmi sayfasında başvuru süreci tamamlanmış ya da devam eden birçok buluş örneği yer almakta olup bu metinde son 5 yılı kapsayan üriner boşaltıma yönelik tescillenmiş patent ve faydalı model sonuçlarına yer verilmiştir. İncelenen buluşlar arasında; uzun saatler hastanın hemodiyaliz makinesine bağlı kalmasını önlemeye yönelik "Taşınabilir Giyilebilir Hemodiyaliz Sistemi", hareket kabiliyeti kısıtlı bireylerin idrar örneği vermesini kolaylaştıran "İdrar Analiz Sistemi ile Modifiye Edilmiş Tekerlekli Sandalye", güvenli idrar örneği alınmasını sağlayan "Steril ve Vakumlu İdrar Kabı", idrar enfeksiyonunu tespit eden "Nitrat İçerikli Sünger İçeren Steril ve Vakumlu İdrar Kabı" ve enfeksiyon riskini azaltmaya yönelik geliştirilen "Bölmeli İdrar Torbası" yer almaktadır. Sonuç olarak, incelenen buluş örnekleri, üriner boşaltım sürecinde karşılaşılan çeşitli sorunlara yönelik pratik ve yenilikçi çözümler sunduğunu ortaya koymaktadır. Bu buluşların, hasta güvenliğini artırma, enfeksiyon riskini azaltma, mobilizasyonu destekleme ve tanı süreçlerini kolaylaştırma gibi yönleriyle sağlık hizmetlerine katkı sağladığı görülmektedir. Hemşireler ve diğer sağlık ekibi üyeleri, bu tür teknolojik gelişmeleri yakından takip ederek bakım süreçlerine entegre etme noktasında önemli bir role sahiptir. Gelecekte hemşirelik bakım ihtiyaçlarına dayalı, klinik deneyimle şekillenen saha temelli buluşların artması, hasta bakım kalitesinin daha da yükselmesine katkı sağlayacaktır.

Anahtar kelimeler: Buluş, faydalı model, hasta, patent, üriner boşaltım

Abstract

Preserving and supporting urinary system functions in healthcare services is a crucial area that directly affects patients' quality of life. In this process, nurses and other healthcare team members benefit from innovative products and inventions that provide effective and practical solutions in clinical practice. This study aims to identify invention examples related to urinary elimination. For this purpose, a keyword search using the term "patient" was conducted in the "invention summary" section on the official website of the Turkish Patent and Trademark Office to find patents and utility models related to urinary elimination. The Turkish Patent and Trademark Office includes numerous invention examples with either completed or ongoing application processes. This study focuses on patented and registered utility model results related

to urinary elimination from the last five years. Among the examined inventions are: the “Portable Wearable Hemodialysis System” developed to reduce the need for patients to remain connected to hemodialysis machines for long periods; the “Wheelchair Modified with Urine Analysis System” designed to help individuals with limited mobility provide urine samples; the “Sterile and Vacuum-Sealed Urine Container” that ensures safe collection of urine samples; the “Sterile and Vacuum-Sealed Urine Container Containing Nitrate-Infused Sponge” which assists in detecting urinary infections; and the “Compartmented Urine Bag” designed to reduce the risk of infection. In conclusion, the reviewed inventions demonstrate practical and innovative solutions to various challenges encountered in the urinary elimination process. These inventions contribute to healthcare by enhancing patient safety, reducing infection risks, supporting mobility, and facilitating diagnostic procedures. Nurses and other healthcare professionals play a key role in following such technological advancements and integrating them into care processes. In the future, the development of field-based inventions shaped by clinical experience and nursing care needs is expected to further improve the quality of patient care.

Keywords: Invention, utility model, patient, patent, urinary elimination

1. GİRİŞ

Üriner sistem, vücutta sıvı-elektrolit dengesinin sağlanması, atıkların uzaklaştırılması ve homeostazın korunması açısından hayati bir öneme sahiptir. Bu sistemin fonksiyonlarının bozulması, bireylerin yalnızca fizyolojik değil, aynı zamanda psikolojik ve sosyal yaşam kalitesini de olumsuz etkileyebilmektedir. Özellikle hastane ortamında, hareket kabiliyeti kısıtlı bireylerde üriner boşaltım süreci daha karmaşık hale gelmekte; bu da hem hastaların bakımını güçleştirmekte hem de enfeksiyon, cilt bütünlüğü bozulması ve hasta güvenliği gibi birçok riski beraberinde getirmektedir.

Tablo 1. Buluş örnekleri

Buluş Başlığı	Başvuru Tarihi	Tescil Tarihi	Koruma Tipi	Buluş Sahipleri
Taşınabilir Giyilebilir Hemodiyaliz Sistemi	20.12.2018	21.12.2021	Patent	Sonay Oğuz
İdrar Analiz Sistemi İle Modifiye Edilmiş Tekerlekli Sandalye	19.12.2019	26.07.2021	Patent	Ozan Emre Eyupoğlu
Steril ve Vakumlu İdrar Kabı	28.04.2022	21.02.2024	Faydalı model	Naci Ömer Alayunt Veysel Tahiroğlu
Nitrat İçerikli Sünger İçeren Steril ve Vakumlu İdrar Kabı	06.12.2022	22.07.2024	Faydalı model	Naci Ömer Alayunt Veysel Tahiroğlu
Bölmeli İdrar Torbası	12.09.2019	21.08.2024	Patent	Yasemin Özhanlı Didem Kandemir

*Buluşlar tescil tarihine göre sıralanmıştır.

Modern sağlık hizmetlerinde, hemşirelik başta olmak üzere tüm disiplinler, bu tür sorunlara yenilikçi ve çözüm odaklı yaklaşımlar geliştirme sorumluluğundadır. Teknolojik gelişmeler sayesinde geliştirilen ürün ve sistemler, bakım sürecini daha güvenli, hızlı ve etkin hale getirme potansiyeline sahiptir. Bu noktada patentli buluşlar ve faydalı model örnekleri, klinik ihtiyaçlardan doğan, pratik uygulamaya dönüştürülebilir değerli çözümler sunmaktadır.

Bu bağlamda, sağlık bakımında önemli bir yere sahip olan üriner boşaltım süreçlerine yönelik geliştirilen teknolojik buluşların taranması, değerlendirilmesi ve alana katkılarının incelenmesi hem literatür hem de klinik uygulamalar açısından değer taşımaktadır.

2. YÖNTEM

Bu doğrultuda Türk Patent ve Marka Kurumu'nun resmi internet sayfasında buluş özeti kısmına "hasta" anahtar kelimesi yazılarak üriner boşaltım ile ilgili patent ve faydalı model sonuçları taranmıştır. Türk Patent ve Marka Kurumu'nun resmi sayfasında başvuru süreci tamamlanmış ya da devam eden birçok buluş örneği yer almakta olup bu metinde son 5 yılı kapsayan üriner boşaltıma yönelik tescillenmiş patent ve faydalı model sonuçlarına yer verilmiştir.

3. BULGULAR

Taşınabilir Giyilebilir Hemodiyaliz Sistemi

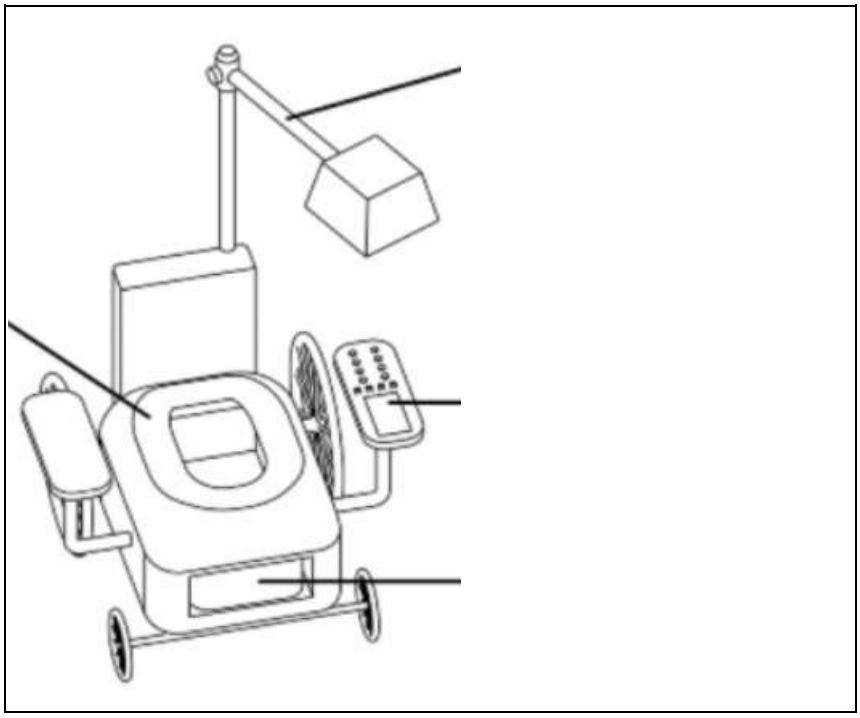
Geliştirilen bu yenilikçi hemodiyaliz sistemi sayesinde, hasta sabit bir diyaliz makinesine bağlı kalmaksızın, üzerine giyilebilen bir ultrafiltrasyon-difüzyon aparatı aracılığıyla diyaliz işlemini gerçekleştirebilmektedir. Bu sayede, geleneksel yöntemlerde olduğu gibi yüksek hacimli diyaliz sıvılarına ihtiyaç duyulmadan tedavi sürdürülebilmektedir.

Bu ürün, 21.12.2021 tarihinde Türk Patent ve Marka Kurumu tarafından patent olarak tescillenmiştir.

İdrar Analiz Sistemi İle Modifiye Edilmiş Tekerlekli Sandalye

Bu tekerlekli sandalye, klozet benzeri yapısıyla tasarlanmış olup, hastaların kolay ve zahmetsiz bir şekilde idrar örneği vermelerine imkân tanımaktadır (Şekil 1). Ürün; idrar test çubuğu (strip), strip üzerindeki renk değişimlerini algılayarak dijital ekrana aktaran bir mercek sistemi ve optik lenslerle donatılmış bir tepegöz mekanizması içermektedir. Böylece hareket kabiliyeti kısıtlı bireyler, yerlerinden kalkmadan oturdukları konumda idrar analizi yapabilmektedir.

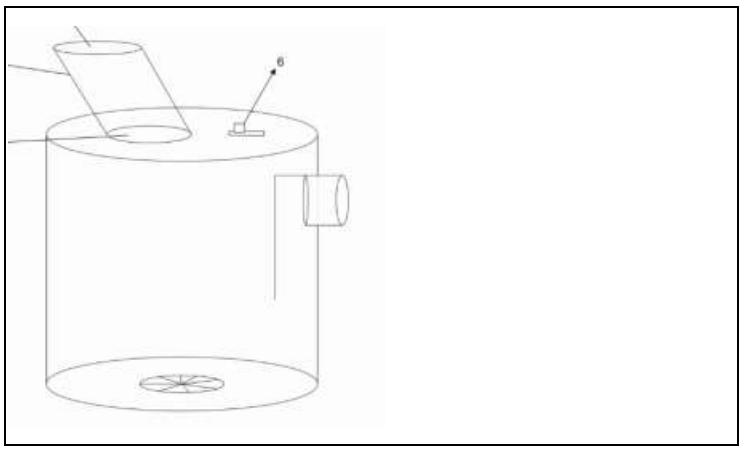
Bu ürün, 26.07.2021 tarihinde Türk Patent ve Marka Kurumu tarafından patent olarak tescillenmiştir.



Şekil 1. İdrar analiz sistemi ile modifiye edilmiş tekerlekli sandalye

Steril ve Vakumlu İdrar Kabı

Bu ürün, geleneksel idrar kaplarından farklı olarak kapağı açılmaksızın idrar örneği alınmasına olanak tanımaktadır. Bu özelliği sayesinde enfeksiyon kontrolü açısından yüksek düzeyde güvenlik sağlamaktadır. İdrar örneği, sterilitesini bozmadan toplanabilmekte ve böylece kontaminasyon riski ortadan kaldırılmaktadır. Aynı zamanda hem örneği alan sağlık çalışanı hem de analizi gerçekleştiren kişi için enfeksiyon riskine karşı koruyucu bir yapı sunar. Bu durum, çapraz bulaş ihtimalini azaltarak daha güvenilir ve doğru idrar analiz sonuçlarının elde edilmesine katkı sağlar (Şekil 2).



Şekil 2. Steril ve vakumlu idrar kabı

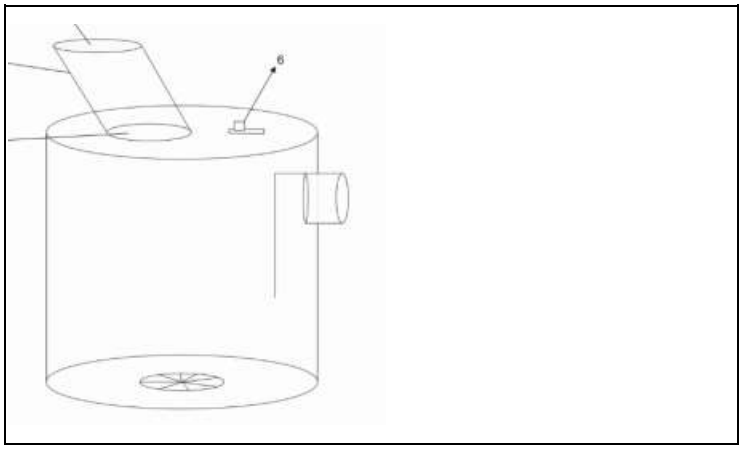
Kadın ve erkek hastalar için idrar kanalına uyumlu, ayrı tasarlanmış aparatlar bulunmaktadır. Ürün üzerindeki vakumlu tüp bağlantısına deney tüpü yerleştirildiğinde, idrar örneği steril şekilde doğrudan tüpe aktarılmaktadır. Ayrıca bu sistem, yalnızca tek bir idrar kabı kullanılarak birden fazla örneğin (biyokimya, mikrobiyoloji, parazitoloji gibi farklı laboratuvar analizleri için) alınmasına da imkân tanımaktadır.

Bu ürün, 21.02.2024 tarihinde Türk Patent ve Marka Kurumu tarafından faydalı model olarak tescillenmiştir.

Nitrat İçerikli Sünger İçeren Steril ve Vakumlu İdrar Kabı

Bu buluş, kendinden kapaklı tasarımı sayesinde hasta idrar verme işlemini tamamladıktan sonra otomatik olarak kapanabilmektedir. Böylece, idrar örneği hiçbir dış temas olmadan korunur ve sağlık çalışanlarının bulaşıcı hastalıklara maruz kalma riski en aza indirilmiş olur. Ayrıca, örneğin kontaminasyona uğramadan güvenli şekilde alınması sağlanmaktadır. Ürünün taban kısmında yer alan nitrat içerikli özel sünger tabaka sayesinde, ek bir işleme ihtiyaç duyulmaksızın idrar yolu enfeksiyonu varlığı hızlı bir şekilde tespit edilebilmektedir. Bu özellik, hem zaman kazandırmakta hem de tanı sürecini kolaylaştırmaktadır (Şekil 3).

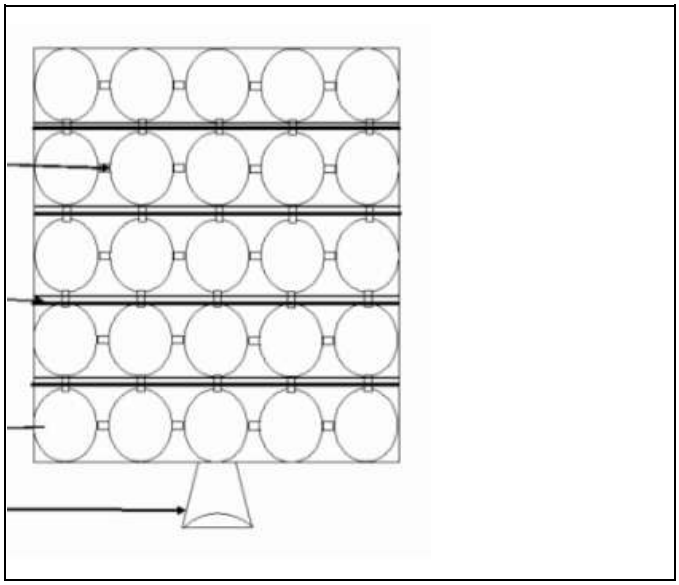
Bu ürün, 22.07.2024 tarihinde Türk Patent ve Marka Kurumu tarafından faydalı model olarak tescillenmiştir.



Şekil 3. Nitrat içerikli sünger içeren steril ve vakumlu idrar kabı

Bölmeli İdrar Torbası

Bu idrar torbası, üriner sistem kaynaklı enfeksiyonların önlenmesini desteklemek amacıyla geliştirilmiştir. Torbanın giriş kısmı, hokka ağız şeklinde tasarlanmış olup torbanın yukarı kaldırılması durumunda idrarın geriye doğru akışını engelleyecek şekilde işlev görmektedir. Ürünün boşaltım mekanizması bulunmamakta, bunun yerine torbanın dolan kısmı koparılarak atılabilecek biçimde tasarlanmıştır. Bu yapı sayesinde sistemin kapalı kalması sağlanarak ikincil üriner sistem enfeksiyonlarının oluşma riski en aza indirilmektedir.



Şekil 4. Bölmeli idrar torbası

Torba üzerinde iki adet kilit mekanizması yer almaktadır: birincisi, dolan kısmın güvenli şekilde ayrılarak atılmasını; ikincisi ise idrarın içeride hapsedilmesini sağlamaktadır. Ayrıca torba üzerinde, her satırda 5 olmak üzere toplamda 25 adet bölme bulunmaktadır. Her bir bölme 20 ml kapasiteye sahiptir ve üzerinde 5 ml, 10 ml, 15 ml ve 20 ml ölçü çizgileri yer almaktadır. Torbanın idrar geçiş bölümü sayesinde, dolan her bir bölmeden sonra idrar akışı kontrollü biçimde bir sonraki bölmeye yönlendirilir. Bu sistematik yapı hem ölçüm doğruluğunu hem de hijyenik kullanımı desteklemektedir (Şekil 4).

Bu ürün, 21.08.2024 tarihinde Türk Patent ve Marka Kurumu tarafından patent olarak tescillenmiştir.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, üriner boşaltım sürecine yönelik geliştirilen ve son beş yıl içerisinde Türk Patent ve Marka Kurumu'na tescil edilmiş buluş örnekleri incelenmiştir. Elde edilen veriler, sağlık bakımında karşılaşılan üriner sistem sorunlarına yönelik geliştirilen teknolojik çözümlerin, hasta konforunu artırmanın yanı sıra enfeksiyon kontrolünü güçlendirdiğini ve bakım süreçlerini kolaylaştırdığını ortaya koymuştur. İncelenen buluşlar tanı süreçlerini hızlandırmakta, hasta güvenliğini artırmakta ve hemşirelik bakımının kalitesine doğrudan katkı sunmaktadır.

Sonuç olarak, sağlık profesyonellerinin teknolojik gelişmeleri yakından takip etmesi ve bu tür buluşları bakım uygulamalarına entegre etmesi, hasta sonuçlarını iyileştirmek açısından büyük önem taşımaktadır. Özellikle hemşirelik bakımına dayalı, klinik ihtiyaçlardan doğan saha

temelli buluşların teşvik edilmesi; hem bakım süreçlerini kolaylaştıracak hem de sağlık sisteminde yenilikçi ve sürdürülebilir uygulamaların yaygınlaşmasına katkı sağlayacaktır.

5. KAYNAKLAR

Kara Kaşıkçı M, Akın Palandöken E. (Ed.) Temel Hemşirelik Esaslar, Kavramlar, İlkeler, Uygulamalar. İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevleri. 2021.

Göçmen Baykara, Z., Çalışkan, N., Öztürk, D., Karadağ, A. Temel Hemşirelik Becerileri. Ankara: Ankara Nobel Tıp Kitabevi. 2019.

Terzi, B., & Kaya, N. (2011). Yoğun bakım hastasında hemşirelik bakımı. Yoğun Bakım Dergisi, 1, 21-25.

Ordu Y. , Çalışkan N. Serebrovasküler Hastalık Tanısı Olan Bireyde Yaşam Aktivitelerine Dayalı Hemşirelik Modeline Göre Bakımın Değerlendirilmesi. Journal of Nursology. 2022; 25(3): 189-200.

Ü. Sevil, D. B. Özlem, Eds., Hemşirelik ve İnovasyon.1. Baskı, İstanbul: Güven Plus Grup Danışmanlık A.Ş. Yayınları. 2018.

H. Kartal, F. Kantek, Hemşirelikte inovasyon örnekleri. Sağlık ve Hemşirelik Yönetimi Dergisi, 1(5), 58. 2018.

A. Aydın. Ed., Bakım kalitesini iyileştirmede inovasyon. Ankara: Akademisyen Kitabevi. 2021

F. Orhan. Sağlık Hizmetlerinde İnovasyon. Ankara: İKSAD Publishing House. 2022.

Türk Patent ve Marka Kurumu. https://www.turkpatent.gov.tr/

KAPLICADAN ELDE EDİLEN TERMOFİLİK *Streptomyces* sp. TA39 İZOLATININ FİLOGENETİK ANALİZİ VE BAZI ENZİM AKTİVİTELERİNİN BELİRLENMESİ

Aysel VEYİSOĞLU[1*], Demet TATAR[2]

[1]Doç.Dr., Sinop Üniversitesi, mikrobiyoloji, 0000-0002-1406-5513

[2]Doç.Dr., Hitit Üniversitesi, mikrobiyoloji, 0000-0002-9317-3263

Özet

Aktinobakteriler, farmasötik bileşiklerin ve endüstriyel enzimlerin önemli bir kaynağıdır. Aktinobakteriler, mikroorganizma tarafından üretilen antibiyotiklerin yaklaşık üçte ikisini oluşturur ve insan tedavisinde kullanılan %70'in üzerinde biyoaktif ürünlerin ana kaynağıdır. Son yıllarda, tıp, tarım ve biyoteknoloji gibi farklı endüstrilerde kullanılan birincil ve ikincil metabolitlerin üretimi ile ilgili nedenlerle termofilik ve ısıya dayanıklı bakterilere büyük ilgi gösterilmiştir. *Streptomyces* cinsi bakterilerin en ilginç özelliği biyoaktif sekonder metabolit üretme kabiliyetidir. Bu çalışmada amacımız Amasya iline ait Terziköy Kaplıcasından elde edilen *Streptomyces* sp. TA39 izolatının filogenetik analizinin gerçekleştirilmesi ve sonrasında bu izolatın amilaz ve proteaz enzimlerini üretme kabiliyetlerinin belirlenmesidir. *Streptomyces* sp. TA39, Nistatin (25 µg/ml) ve Nalidiksik Asit (10 µg/ml) içeren içeren Modifiye Bennett's Agar'da 50°C'de 4 haftalık inkübasyondan sonra elde edildi. Genomik DNA izolasyonu, Genomik DNA izolasyon kiti ile gerçekleştirildi. 16S rRNA geni, 27F ve 1525R evrensel primerleri kullanılarak PCR ile çoğaltıldı. İzolatların 16S rRNA gen bölgesi dizi analizi tamamlandıktan sonra elde edilen dizi verisi ChromasPro 1.7.5 programı ile birleştirilerek fasta formatında Ezbiocloud server kullanılarak analiz edildi ve analiz sonuçları olarak uluslararası veritabanlarındaki en yakın akraba türlerin dizi verileri ile karşılaştırıldı. Filogenetik analizler, MEGA 12 yazılımıyla Neighbor Joining algoritması kullanılarak gerçekleştirildi. TA39 izolatı, *Streptomyces thermoviolaceus* subsp. *thermoviolaceus* DSM 40443 (%98,62) ile en yüksek 16S rRNA gen dizisi benzerliğini paylaştı. Polifazik taksonomik analizler tamamlandığında, *Streptomyces* sp. TA39 izolatı, *Streptomyces* cinsinin yeni bir türü olarak literatüre dahil edilebileceği düşünülmektedir. TA39 izolatının amilaz ve proteaz enzimlerinin her ikisini de üretebildiği gözlemlenmiştir.

Teşekkür: Bu çalışma Hitit Üniversitesi tarafından desteklenmiştir (ODMYO19001.23.002).

Anahtar kelimeler: Termofilik *Streptomyces*, 16S rRNA geni, Amilaz ve Proteaz enzimi

PHYLOGENETIC ANALYSIS OF THERMOPHILIC *Streptomyces* sp. TA39 ISOLATE OBTAINED FROM THERMAL SPRINGS AND DETERMINATION OF SOME ENZYME ACTIVITIES

Aysel VEYİSOĞLU[1*], Demet TATAR[2]

[1] Assoc. Prof. Dr., Sinop University, microbiology, 0000-0002-1406-5513

[2] Assoc. Prof. Dr., Hittit University, microbiology, 0000-0002-9317-3263

Abstract

Actinobacteria are an important source of pharmaceutical compounds and industrial enzymes. Actinobacteria account for approximately two-thirds of antibiotics produced by microorganisms and are the main source of over 70% of bioactive products used in human therapy. In recent years, great interest has been shown in thermophilic and heat-resistant bacteria for the production of primary and secondary metabolites used in different industries such as medicine, agriculture and biotechnology. The most interesting feature of *Streptomyces* genus bacteria is their ability to produce bioactive secondary metabolites. In this study, our aim was to perform phylogenetic analysis of *Streptomyces* sp. TA39 isolate obtained from Terziköy Hot Springs of Amasya province and then to determine the ability of this isolate to produce amylase and protease enzymes. *Streptomyces* sp. TA39 was collected after 4 weeks of incubation at 50°C on Modified Bennett's Agar containing nystatin (25 µg/ml) and nalidixic Acid (10 µg/ml). Genomic DNA isolation was performed using Genomic DNA isolation kit. 16S rRNA gene was amplified by PCR using universal primers 27F and 1525R. After the 16S rRNA gene sequence analysis of the isolates was completed, the obtained sequence data were combined with the ChromasPro 1.7.5 program and analyzed in fasta format using the Ezbiocloud server, and the analysis results were compared with the sequence data of the closest related species in international databases. Phylogenetic analyses were performed using the Neighbor Joining algorithm with MEGA 12 software. Isolate TA39 shared the highest 16S rRNA gene sequence similarity with *Streptomyces thermoviolaceus* subsp. *thermoviolaceus* DSM 40443 (98.62%). When the polyphasic taxonomic analyses were completed, it is thought that *Streptomyces* sp. TA39 isolate can be included in the literature as a new species of the genus *Streptomyces*. It was observed that isolate TA39 can produce both amylase and protease enzymes.

Acknowledgements: This work was supported by Hitit University (ODMYO19001.23.002).

Keywords: Thermophilic *Streptomyces*, 16S rRNA gene, Amylase and Protease enzyme

1. INTRODUCTION

Actinobacteria are a phylum consisting of aerobic or anaerobic, motile or nonmotile, and spore-forming or nonspore-forming bacteria with high G+C content (>55 mol%; Ensign, 1992). It has been found that actionobacteria can survive not only in normal environments but also in different extreme environments including acidic/alkaline pH, low or high temperatures, salinity, high radiation, low humidity and nutrient levels.

Thermophilic actinobacteria thrive at relatively high temperatures ranging from 40 to 80°C (Tortora et al., 2007). They are commonly found in moldy straw (Corbaz et al., 1963), self-heating plant residues, cereal grains, sugar cane bagasse (Suihko et al., 2006), decaying plant materials and compost piles (Henssen and Schnepf, 1967).

Thermophilic actinobacteria are of two types: strictly thermophilic and moderately thermophilic actinobacteria. The former can grow in the temperature range between 37 and 65°C, but optimum growth occurs at 55-60°C. Moderately thermophilic actinobacteria grow at 28-60°C, while they require 45-55°C for optimum growth (Jiang and Xu, 1993). Another group known as thermotolerant actinobacteria can survive at temperatures up to 50°C (Lengeler et al., 1999).

76% (7600) of the 10,000 bioactive compounds produced by actinomycetes are produced by the *Streptomyces* genus (Jackson et al., 2018). Active compounds isolated from *Streptomyces* members possess a wide range of antimicrobial, anticancer, and antiviral activities, many of which are of medical importance (Shah et al., 2016; Moaz et al., 2019). Different *Streptomyces* species produce secondary metabolites such as daptomycin, lincomycin, streptomycin, and vancomycin, which are widely used against microbial pathogens (Dubourg et al., 2017).

Thermophilic and alkaliphilic actinobacteria produce a number of enzymes, including amylase, proteases, lipase, cellulase, xylanase, inulinase, dextranase and keratinase, which are commercially produced and used in all industries. Amylase is a starch hydrolysis process. It yields oligosaccharides and other simpler sugars (glucose, maltose, and maltotriose) used in food applications or in the syrup industry. Proteases are one of the most important classes of hydrolytic enzymes, accounting for >65% of total industrial applications (Shivlata and Satyanarayana, 2015).

The phylum Actinobacteria contains several genera that include antibiotic-producing species. The genus *Streptomyces* is an important source of secondary metabolites, especially antibiotics. *Streptomyces* species are known to produce more than 50% of the total known microbial antibiotics (≥10,000).

In this study, our aim was to perform phylogenetic analysis of *Streptomyces* sp. TA39 isolate obtained from soil around 20 cm of Terziköy Thermal Spring in Amasya province and then to determine the ability of this isolate to produce amylase and protease enzymes.

2. METHOD

2.1 Actinobacteria Isolation

A soil sample was taken from Terziköy Hot Spring. These samples were brought to the laboratory and stored at +4°C until the date of isolation. The selective isolation medium used was Modified Bennett's Agar with the addition of nystatin (25 µg/ml), nalidixic acid (10 µg/ml) (Jones, 1949). Modified Bennett's Agar with the addition of nystatin (25 µg/ml), nalidixic acid (10 µg/ml) was incubated at 50°C for 4 weeks. Dilution plate technique was used for the isolation of actinomycetes.

2.2. Genomic DNA Isolation

Genomic DNA of TA39 isolate, which was selected and stocked according to colony morphology, was isolated using Invitrogen PureLink Genomic DNA Mini Kit DNA isolation kit.

2.3. 16S rRNA Gene PCR Amplification and Sequence Analysis

Primers 27f and 1525r were used for amplification of the 16S rRNA gene region of the test isolate. Sequencing of the 16S rRNA sequence of isolate TA39 was performed at Macrogen Inc., South Korea using two forward and one reverse primers (Table 1).

Table 1. Primers used in sequencing studies

Primer code	Sequence (5'-3')	Size	Reference
518F	CCAGCAGCCGCGGTAAT	17	Buchholz-Cleven et al., 1997
MG5F	AAACTCAAAGGAATTGACGG	20	Chun, 1995
800R	TACCAGGGTATCTAATCC	18	Chun, 1995

2.4. Construction of The Phylogenetic Dendogram

After the sequence analysis of the 16S rRNA gene region of the isolate was completed, the sequence data obtained were merged with the ChromasPro 1.7.5 program and the 16S rRNA nucleotide similarity with the closest related organisms was determined using the global alignment algorithms in Ezbiocloud server (https://www.ezbiocloud.net; Yoon et al., 2017).

MEGA 12.0 was used for phylogenetic analyses and CLUSTAL W (Kumar et al., 2024) was used for alignment. The Neighbor Joining method (Saitou and Nei, 1987) and the Jukes-Cantor phylogenetic distance matrix were used to draw phylogenetic dendograms. Bootstrap analyses (Felsenstein, 1985) of the phylogenetic tree were performed with 1000 replications.

2.5. Investigation of Amylase and Protease Production Capabilities

The amylase activity of the isolate was determined by adding 1% lugol to the petri dishes after 7 days of incubation in starch agar medium (1% starch, 0.3% NaCl, 0.1% KH_2PO_4, 2% agar). The presence of activity was determined by the formation of a transparent zone around the actinobacteria (Fossi et al., 2009).

The ability of the isolate to produce protease was determined by the presence of a transparent zone around the actinobacteria after 7 days of incubation in media containing 1% casein, 0.5% yeast extract, 2% agar (Mohamedin, 1999).

3. FINDINGS

TA39 isolate was collected after 4 weeks of incubation at 50°C on Modified Bennett's Agar containing nystatin (25 µg/ml) and nalidixic acid (10 µg/ml) (Figure 1). After 4 weeks of incubation on selective medium, isolate TA39 was selected based on colony morphology. The selected isolate was inoculated on Yeast Extract-Malt Extract Agar (ISP2; Shirling and Gottlieb, 1966) supplemented with cycloheximide (50 µg/ml) by line inoculation method for a single colony blot and incubated at 50°C for 30 days.

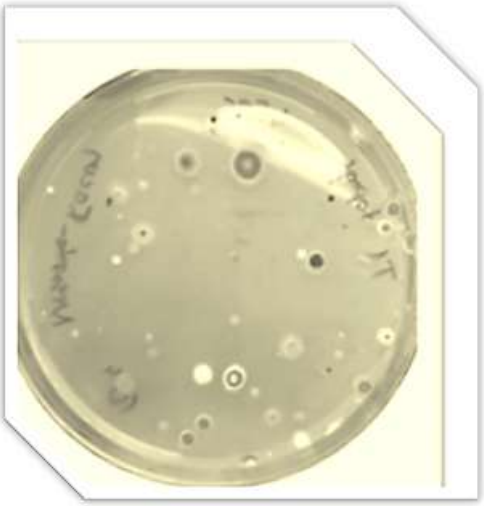


Figure 1. Isolation petri image-Modified Bennett's Agar

The 16S rRNA gene region of TA39 isolate whose genomic DNA was isolated was amplified by Gradient PCR with universal primers 27F and 1525R. After PCR, the amplified DNA region with an average size of 1500 base pairs was visualized on agarose gel electrophoresis and photographed on Mini Lumi imaging device (Figure 2).

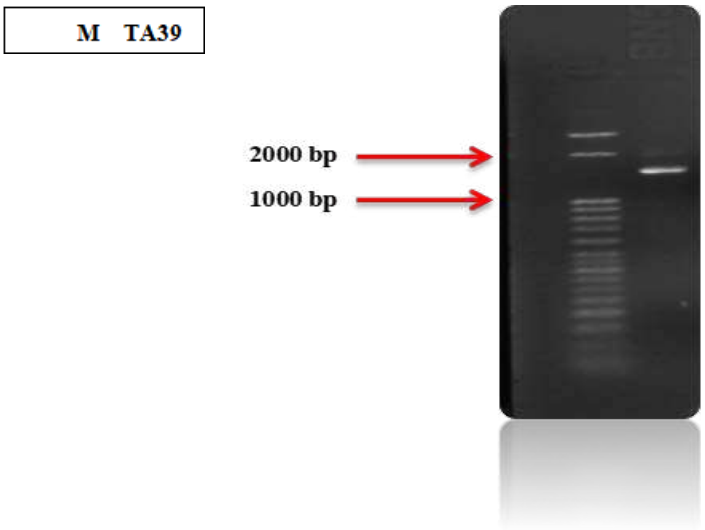


Figure 2. 1.5% Agarose gel electrophoresis image of the amplification product of the 16S rRNA gene region of isolate TA39

16S rRNA gene region PCR amplification of 1 isolate was performed and 16S rRNA gene region sequence analysis was performed with 3 primers, two of which were universal (518F, 800R and MG5F). After the 16S rRNA gene region sequence analysis of the isolates was completed, the sequence data obtained were combined with the ChromasPro 1.7.5 program and approximately 1500 bp sequence was obtained. The obtained sequences were analyzed in fasta format using Ezbiocloud server (https://www.ezbiocloud.net; Yoon et al., 2017) and the results were compared with the sequence data of the closest related species in international databases and the % similarity was determined (Table 2).

Table 2. Phylogenetic similarity of TA39 isolate with the closest type species according to 16S rRNA sequence results

No	Strain Code	Genbank No	Closest Type Species	Similarity-Nucleotide Difference %
1	TA39	PV490148	*Streptomyces thermoviolaceus* subsp. *thermoviolaceus* DSM 40443	98.62 %- 20/1450

MEGA 12.0 software was used for phylogenetic analyses. The phylogenetic tree was performed according to the Neighbor Joining (Saitou and Nei, 1987) method (Figure 3).

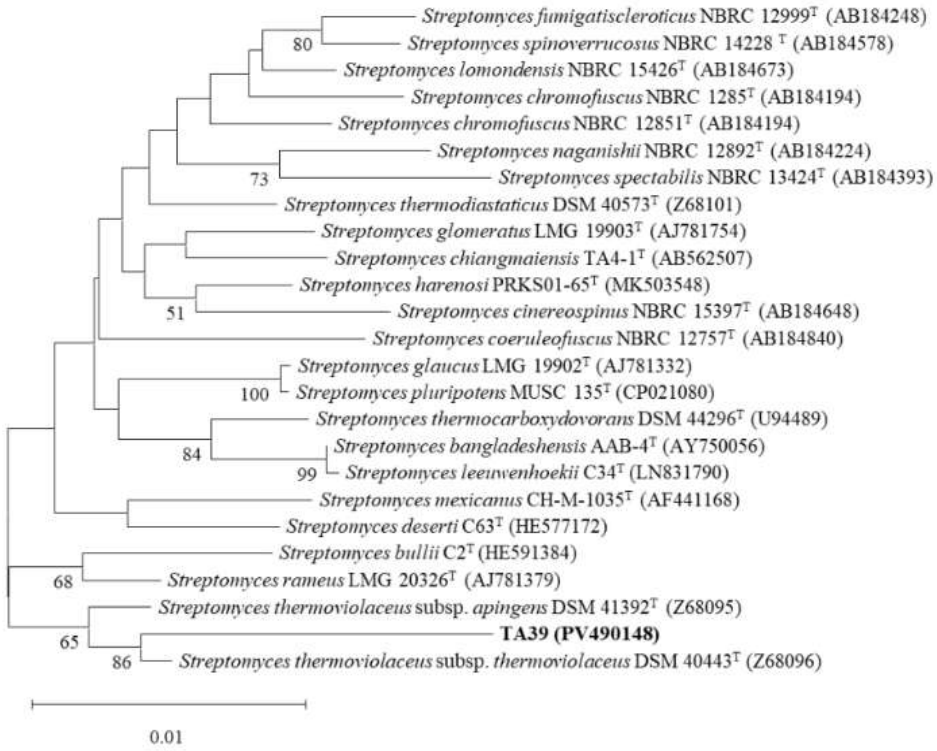


Figure 3. Dendogram showing the phylogenetic relationships of *Streptomyces* sp. TA39 isolate using the Neighbour-Joining algorithm based on 16S rRNA sequences. In the tree drawn according to the Neighbor-Joining algorithm, bootstrap values were given for branching points supported above 50%. Nucleotide position change is 0.01

The amylase activity of TA39 isolate was determined by adding 1% lugol to the petri dishes after 7 days of incubation in starch agar medium (1% starch, 0.3% NaCl, 0.1% KH_2PO_4, 2% agar). Lugol stains the medium in dark color and provides the formation of a transparent zone in the region of amylase production. The protease production ability of TA39 isolate was evaluated according to the formation of a transparent zone around the actinobacteria after 7 days of incubation in media containing 1% casein, 0.5% yeast extract and 2% agar (Figure 4). According to the results of the studies, TA39 isolate shows both amylase and protease activity.

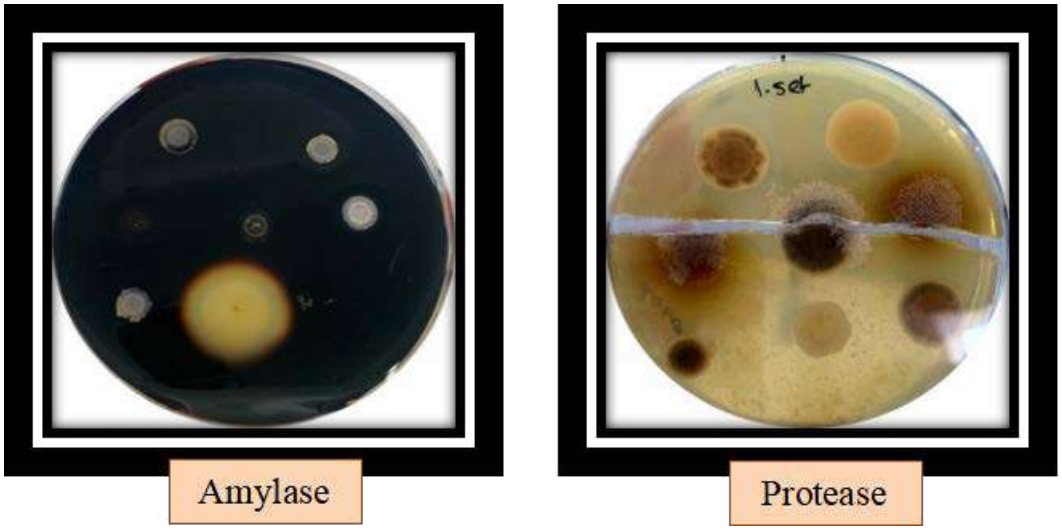


Figure 4. Petri images demonstrating amylase and protease production capabilities

4. CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

Streptomyces sp. TA39 was isolated after 4 weeks of incubation at 50˚C on Modified Bennett Agar containing nystatin (25 µg/ml) and nalidixic acid (10 µg/ml). A large number of thermophilic *Streptomyces* species have been isolated from different localities. A *Streptomyces* strain (*Streptomyces calidiresistens*) was isolated from a sediment sample collected from Hehua hot spring in Tengchong, Yunnan province, south-west China (Duan et al., 2014). *Streptomyces thermogriseus* was isolated from samples collected from a hot-spring, lake and soil in Yunnan, China (Xu et al., 1998). A total of 30 *Streptomyces* isolates (28 from soil and 2 from water), 4 of which were thermophiles, were isolated and purified from hot spring sites in the northern part of Jordan (Abussaid et al., 2013). A thermophilic species, *Streptomyces werraensis* (MI-S.24-3), was isolated and identified from soil samples of ancient archaeological sites in Luxor Governorate, Egypt (Mohamed et al., 2021).

Based on 16S rRNA gene sequence analysis, one *Streptomyces* isolate was determined. According to the Neighbour-Joining algorithm, the phylogenetic tree indicated that the strain was a member of the genus *Streptomyces* (Figure 3).

TA39 shared the highest 16S rRNA gene sequence similarity with *Streptomyces thermoviolaceus subsp. thermoviolaceus* DSM 40443^T (98.62 %). The phylogenetic tree based on the neighbor-joining algorithm indicated that TA39 strain was a member of the genus *Streptomyces* (Figure 3).

Secondary metabolites belonging to streptomycetes are of particular interest as they are used in antibiotic production (Kekuda et al. 2010). In this study, TA39 strain belonging to the genus of *Streptomyces* were found to show amylase and protease activity.

In conclusion, the isolation and phylogenetic analysis of *Streptomyces* sp. TA39 isolate obtained from Terziköy Hot Spring in Amasya province was carried out.

According to the polyphasic characterization approach, phylogenetic analysis of the 16S rRNA gene region as well as DNA-DNA hybridization studies, whole genome analysis, phenotypic and chemotaxonomic analyses should be performed. In future studies, it will be possible to add *Streptomyces* sp. TA39 isolate obtained in this study to the literature as a new species by performing the relevant analyzes.

5. REFERENCES

Abussaud, M. J., Alanagreh, L., Abu-Elteen, K. (2013). Isolation, Characterization and Antimicrobial Activity of *Streptomyces* Strains from Hot Spring Areas in the Northern Part of Jordan. African Journal of Biotechnology, 12(51), 7124–7132.

Buchholz-Cleven, B. E. E., Rattunde, B., Straub, K. L. (1997). Screening for Genetic Diversity of Isolates of Anaerobic Fe(II)-oxidizing Bacteria Using DGGE and Whole-cell Hybridization. Systematic and Applied Microbiology, 20, 301–309.

Chun, J. (1995). Computer Assisted Classification and Identification of Actinomycetes. PhD thesis. Department of Microbiology, University of Newcastle, Newcastle upon Tyne, UK.

Corbaz, R., Gregory, P. H., Lacey, M. E. (1963). Thermophilic and Mesophilic Actinomycetes in Mouldy Hay. J. Gen. Microbiol. 32, 449–455.

Duan, Y. Y., Ming, H., Dong, L., Yin, Y. R., Zhang, Y., Zhou, E. M., ... & Li, W. J. (2014). *Streptomyces calidiresistens* sp. nov., Isolated from a Hot Spring Sediment. Antonie Van Leeuwenhoek, 106, 189–196.

Dubourg, G., Abat, C., Raoult, D. (2017). Why New Antibiotics are not Obviously Useful Now? Int J Antimicrob Agents,49,9–553.

Ensign, J. C. (1992). Introduction to the Actinomycetes, in The Prokaryotes, 2nd Edn. Vol. II, eds A. Balows, H. G. Truper, M. Dworkin, W. Hardeer, and K. H. Schleifer (New York, NY: Springer-Verlag), 811–815.

Felsenstein, J. (1985). Confidence Limits on Phylogeny: An Approach Using the Bootstrap. Evolution, 39, 783–791.

Fossi, B.T., Tavea, F., Jiwoua, C., Ndjouenke, R. (2009). Screening and Phenotypic Characterization of Thermostable Amylases Producing Yeasts and Bacteria Strains from Some Cameroonian Soils. African Journal of Microbiology Research, 3(9), 504–514.

Henssen, A., Schnepf, E. (1967). Zur Kenntnis Thermophiler Actinomyceten. Arch. Mikrobiol. 57, 214–231.

Jackson, S.A., Crossman, L., Almeida, E.L., Margassery, L.M., Kennedy, J., Dobson, A.W. (2018). Diverse and Abundant Secondary Metabolism Biosynthetic Gene Clusters in the Genomes of Marine Sponge Derived *Streptomyces* spp. Isolates. Mar Drugs, 16, 1–18.

Jiang, C., Xu, L. (1993). Actinomycete Diversity in Unusual Habitats. Actinomycetes, 4, 47–57.

Jones, K. L. (1949). Fresh Isolates of Actinomycetes in Which the Presence of Sporogenous Aerial Mycelia is a Fluctuating Characteristic. Journal of Bacteriology, 57, 141–145.

Kekuda, T.R.P., Shobha, K.S., Onkarappa, R. (2010). Fascinating Diversity and Potent Biological Activities of Actinomycete Metabolites. J Pharm Res, 3, 250–256.

Kumar, S., Stecher, G., Suleski, M., Sanderford, M., Sharma, S., Tamura, K. (2024). Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 12 for Adaptive and Green Computing. Molecular Biology and Evolution, 41, 1–9.

Lengeler, J. W., Drews, G., Schlegel, H. G. (1999). Biology of the Prokaryotes. Stuttgart: Blackwell.

Moaz, M., Hamed, L., Nayer, M. (2019). Antimicrobial Activity of Marine Actinomycetes and the Optimization of Culture Conditions for the Production of Antimicrobial Agent(s). J Pure Appl Microbiol, 13(4), 2177–2188.

Mohamed, H., Hassane, A., Rawway, M., El-Sayed, M., Gomaa, A. E. R., Abdul-Raouf, U., ... & Song, Y. (2021). Antibacterial and Cytotoxic Potency of Thermophilic *Streptomyces werraensis* MI-S. 24-3 Isolated from an Egyptian Extreme Environment. Archives of Microbiology, 203, 4961–4972.

Mohamedin, A.H. (1999). Isolation, Identification and Some Cultural Conditions of a Protease-Producing Thermophilic *Streptomyces* Strain Grown on Chicken Feather as a Substrate. International Biodeterioration and Biodegradation, 43, 13–21.

Saitou, N., Nei, M. (1987). The Neighbour-joining Method: a New Method for Constructing Phylogenetic Trees. Molecular and Biological Evolution, 4, 406–425.

Shah, A.M., Wani, A., Qazi, P.H., Rehman, S.U., Mushtaq, S., Ali, S.A., Hussain, A., Shah, A., Qazi, A.K., Makhdoomi, U.S., Hamid, A., Kumar, A. (2016). Isolation and Characterization of Alborixin from *Streptomyces scabrisporus*: a Potent Cytotoxic Agent Against Human Colon (HCT-116) Cancer Cells. Chem Biol Interact, 256, 198–208.

Shirling, E. B., Gottlieb, D. (1966). Methods for Characterization of *Streptomyces* Species. International Journal of Systematic Bacteriology, 16, 313–340.

Shivlata, L., and Satyanarayana, T. (2015). Thermophilic and Alkaliphilic Actinobacteria: Biology and Potential Applications. Frontiers in Microbiology, 6, 1014.

Suihko, M. L., Kroppenstedt, R. M., Stackebrandt, E. (2006). Occurrence and Characterization of Actinobacteria and Thermoactinomycetes Isolated from Pulp and Board Samples Containing Recycled Fibres. J. Ind. Microbiol. Biotechnol, 33, 183–191.

Tortora, G. J., Funke, B. R., Case, C. L. (2007). Microbiology: An Introduction. San Francisco, CA: Pearson Benjamin Cummings.

Xu, L. H., Tiang, Y. Q., Zhang, Y. F., Zhao, L. X., Jiang, C. L. (1998). *Streptomyces thermogriseus*, a New Species of the Genus *Streptomyces* from Soil, Lake and Hot-spring. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 48(4), 1089–1093.

Yoon, S.H., Ha, S.M., Kwon, S., Lim, J., Kim, Y., Seo, H., Chun, J. (2017). Introducing EzBioCloud: A Taxonomically United Daltabansa of 16S rRNA and Whole Genome Assemblies. Int J Syst Evol Microbiol, 67,1613–1617.

THE INFLUENCE OF INOCULATION ON THERMAL ANALYSIS AND MECHANICAL PROPERTIES IN GREY CAST IRON MATERIALS

GRİ DÖKME DEMİR MALZEMELERDE AŞILAMANIN TERMAL ANALİZ VE MEKANİK ÖZELLİKLERE ETKİSİ

[1]Batuhan AKKAYA,[2]Tarık CEBECİ,[3] Veysel DURAK,
[4]Merve KOPARAN,[5]Ferhat GÜL

Gazi Ün. Teknoloji Fak, https://orcid.org/0009-0004-1822-2303,
Gazi Ün. Teknoloji Fak, https://orcid.org/0009-0004-0652-630X,
Erkunt Sanayi A.Ş., https://orcid.org/0009-0001-2352-8188,
Erkunt Sanayi A.Ş., https://orcid.org/0000-0003-2204-7689,
Gazi Ün. Teknoloji Fak, https://orcid.org/0000-0001-9087-8236,

Özet

Gri dökme demirler, sahip olduğu mükemmel döküm özellikleri ve kullanım amaçlarına uygun yerlerde sergilediği olağanüstü performans ile ön plana çıkmaktadır. Yapısında bulunan yapraksı grafitler nedeniyle, çelik ve küresel grafitli dökme demire kıyasla düşük mekanik mukavemet, sertlik ve darbe dayanımı göstermesine rağmen, sahip olduğu yüksek ısı iletimi, titreşim söndürme kabiliyeti gibi çok farklı ve önemli üstünlükleri ile demir esaslı malzemelerde ülkemizde ve dünyada en fazla üretimi yapılan malzemelerden biridir. Pul grafitlerin neden olduğu zayıf özellikleri iyileştirmek için aşılamaya ve diğer bileşime dayalı sıvı işlemelere yönelik çeşitli çalışmalar yürütülmüştür. Gri dökme demirin aşılanması için farklı içeriklere ve aynı zamanda farklı ilave oranlarına sahip çeşitli aşılayıcılar önerilmektedir. Bu kapsamda, aşılama işlemi SiC (silisyum karbür) kullanılarak gerçekleştirilmiş ve bu işlem sıvı metal akışı sırasında uygulanmıştır. Değişik forma sahip döküm parçalarda ortaya çıkan bazı problemleri çözmek için farklı aşılar kullanılabilmekte, bunların genel özellikleri, grafit yapısı başta olmak üzere, mikroyapının iyileştirilmesini hedeflemektedir. Bu çalışmada, yeşil SiC kullanılarak yapılan aşılama işleminin mikroyapı ve mekanik özellikler üzerindeki etkisi ayrıntılı olarak incelenmiştir. Deneysel çalışma sonuçları, aşılama işlemi ile sürecin takibi için yapılacak termal analiz uygulamasının ve dökümden önce bileşime uygun şekilde gerçekleştirilecek döküm simülasyonunun önemini ortaya koymuştur. Bu işlemler, elde edilecek malzeme özelliklerinin belirlenmesinde ve söz konusu özelliklerin iyileştirilmesinde etkili araçlar olarak kullanılabilmektedir. Deneysel sonuçlar, SiC ile aşılama işleminin sertlik ve mukavemet gibi gri dökme demirin özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Gri dökme demir, termal analiz, döküm simülasyonu, mikroyapı, sertlik.

Abstract

Gray cast irons stand out due to their excellent casting properties and exceptional performance in applications suited to their use. Although they exhibit lower mechanical strength, hardness, and impact resistance compared to steel and ductile iron due to the presence of flake graphite in their structure, they remain one of the most widely produced ferrous materials in both Turkey and the world, thanks to their high thermal conductivity and vibration damping capabilities

distinct and significant advantages. To improve the inferior properties caused by graphite flakes, studies have been conducted on inoculation and other composition-based liquid treatments. Various inoculants with different compositions and addition rates are recommended for the inoculation of gray cast iron. In this context, the inoculation process was carried out using SiC (silicon carbide), applied during the flow of the molten metal. To solve certain problems that arise in casting parts with different forms, various inoculants can be used, aiming primarily to improve the microstructure, particularly the graphite morphology. In this study, the effects of inoculation using green SiC on the microstructure and mechanical properties have been examined in detail. Experimental results reveal the importance of thermal analysis applications for process monitoring and casting simulation tailored to the composition before pouring. These procedures can be effectively used to determine and enhance the final material properties. The experimental findings demonstrate that inoculation with SiC significantly influences the properties of gray cast iron, such as hardness and strength.

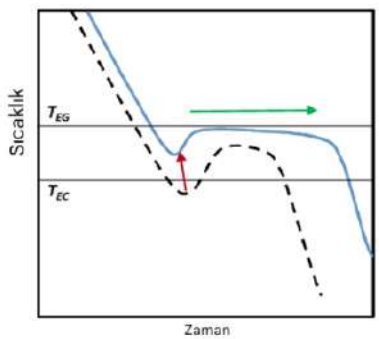
Keywords: Gray cast iron, thermal analysis, casting simulation, microstructure, hardness.

1. GİRİŞ

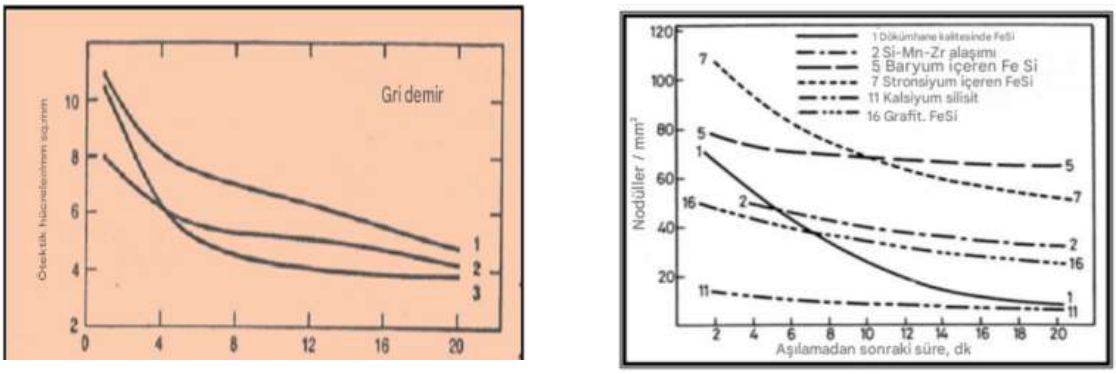
Karbonun grafit lameli olarak çökeldiği gri dökme demirlerde grafitin bu pul formu, malzeme özelliklerinde önemli düşüşlere sebep olmakta, yüksek kesit hassasiyetine sahip bulunmaktadır. Bu malzemenin üstün olduğu özelliklerine bakıldığında, yüksek akıcılık ve dökülebilirlik, basma mukavemeti, iyi titreşim söndürme özelliği, yüksek işlenebilirlik, ısıl ve ısıl şoklara dayanım özellikleri ön plana çıkmaktadır [1].

Gri dökme demir malzemede kimyasal bileşim, aşılama ve soğuma hızı, malzemenin sahip olduğu özelliklerde belirleyici olmaktadır. Grafit lamellerinin, boyutu, miktarı, morfolojisi malzemenin özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olmaktadır. Belirtilen parametrelere bağlı olarak farklı grafit tipleri ortaya çıkmaktadır. Nihai yapı ise katılaşma süreci ve katı hal dönüşümlerinin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır [2]. Gri dökme demire sıvı halde yapılacak olan aşılama işlemi ile gerek matrisin ve gerekse grafitin önemli şekilde değişimi mümkün olmaktadır. Aşılama işlemi sıvı demirin alt soğuma miktarını azaltarak yapıda muhtemel karbür oluşumunu azaltmak veya yok etmek, yapıda incelmeyi ve kalın ve ince kesitlerdeki yapı ve özelliklerde homojenlik sağlamaktır. Öte yandan grafit yapraklarının oluşumunu düzenleyerek, ötektik grafit morfolojisi, dağılımını ve ayrıca yapıdaki perlit ferrit oranlarının kontrol edilmesinde önemli etkiye sahiptir [1]. Şekil 1'de aşılamanın ötektik alt soğuma miktarını artırdığı ve katılaşma süresini uzattığı görülmektedir

Aşılama işleminde, malzemenin uygun hızda çözünmesi, oksidasyona uğramaması arzu edilmekte, kullanılacak aşılayıcı tane boyutu ise parça geometrisi, sıvı metal sıcaklığı ve miktarına göre değişim göstermekte, aşılamada sönüm olmaması için zamanlamaya dikkat edilmelidir [4]. Şekil 2'de görüldüğü gibi gerek lamel grafitli dökme demirde ve gerekse küresel grafitli dökme demirde zamanla sönüm gerçekleşmekte, aşılama etkisi kaybolmaktadır.



Şekil 1. Aşılamanın soğuma eğrisi üzerindeki etkisi [3]



(a) (b)

Şekil 2. a) Gri demirde ötektik hücre sayısında azalma b) küresel grafitli dökme demir malzemede küre sayısında azalma [5]

Ana-Marija vd. tarafından yapılan çalışmada, özellikle yüksek oranda çelik hurda içeren gri dökme demirlerde SiC ile yapılan ön şartlandırmanın çekirdeklenme potansiyelini artırdığı; ancak ince kesitlerdeki yüksek soğuma hızlarının, fazla alt soğuma oluşturarak D ve E tipi grafitlerin oluşumuna neden olduğu ve parçaların kenar bölgelerinde artan soğuma hızıyla karbür oluşumunun görülebileceği ifade edilmiştir. Aşılama işleminin sıvının çekirdeklenme potansiyelini geliştirdiği ve uygun kesit kalınlıklarında mikro yapıyı etkilediği, karbür oluşumunu azalttığı veya ortadan kaldırdığı, B, D, E, grafitleri yok ederek A tipi grafitin oluşumunu teşvik ettiği belirtilmektedir [1]. Bahsedilen grafit tipleri Şekil 3'te gösterilmektedir.



Şekil 3. EN-ISO 945-1 standardına göre çeşitli lameller grafit sınıfları [6]

Birçok çalışmada SiC malzemenin ön aşılayıcı olarak performansının incelenmesi gri dökme demirde [7],[8] ve küresel grafitli dökme demirde [9] yapılan akademik çalışmalar söz konusu olmuş, ancak döküm sırasındaki potaya, kalıba veya akışa aşılama işlemi alanında çalışmalar sınırlıdır [10]. Bu çalışmada, SiC malzemenin akışa aşılama işlemi incelenmiş olup, bu işlemin gri dökme demirin mikroyapı ve mekanik özelliklerine etkisi araştırılmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Döküm ve Aşılama İşlemi

Şarj malzemesi olarak 10 kg çelik, 10 kg pik, 10 kg döndü, 350 gr. karbon, 350 gr. ferrosilisyum ve 110 gr. Cu kullanılmış, ergitme için hedeflenen karbon eşdeğeri %3,8 ile %4,2 aralığında planlanmıştır. Bu karbon eşdeğerine ulaşmak amacıyla, şarj malzemesinin bileşimi buna göre düzenlenmiştir. Gerekli olan temel bileşim maksimum olarak %4,2 C, %2,8 Si ve %1,0 Mn şeklindedir. Döküm işleminde kullanılan sıvı metalin kimyasal bileşimi Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Ana malzemenin kimyasal kompozisyonu (ağırlıkça %)

C	**Si**	**Mn**	**P**	**S**	**Cr**
3.60	1.63	0.262	0.039	0.0575	0.106
Ni	**Al**	**Cu**	**Ti**	**Sn**	**Fe**
0.030	0.002	0.491	0.008	0.014	Kalan

Tablo 2. Yeşil SiC malzemenin kimyasal kompozisyonu (ağırlıkça %)

SiC	**Fe_2O_3**	**F.C.**
99.50	0.12	0.16

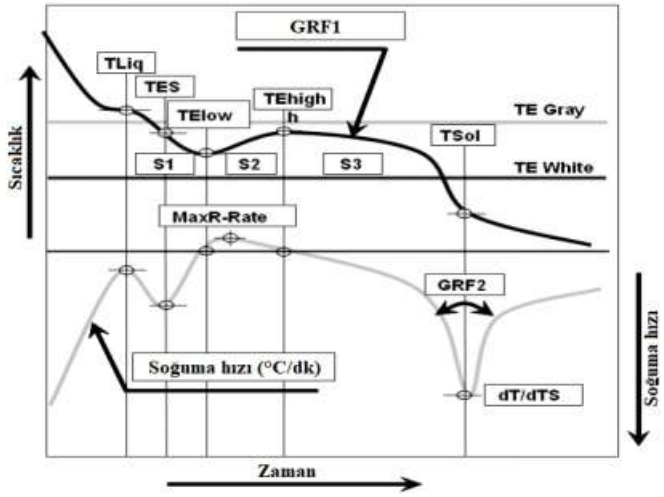
Döküm işleminde 1430 °C sıcaklıktaki sıvı alaşım 25 mm çapa sahip Şekil 4'te görülen ve 2 çubuktan oluşan U formunda döküm numune reçineli kalıplara dökülmüştür. Döküm işleminde kalıpların biri aşılama işlemi yapılmadan dökülürken 2. Kalıp %0,4 oranında bileşimi Tablo 2 de verilen yeşil 500 mesh tane boyutuna sahip renkli silisyum karbür akışa aşılama yöntemi ile sıvı işlem uygulanmıştır. Aşılama işleminden önce ve sonra kimyasal bileşim analizi için sıvı alaşımdan numuneler alınmış, bunun için para boyutunda metal kalıplara dökülmüş ve spektrometre cihazı ile test edilmiştir.



Şekil 4. U şeklindeki reçineli kalıbın 3 boyutlu resmi

2.2.Termal Analiz İşlemi

Malzemenin katılaşma karakterini tespit etmek için hazırlanan sıvı alaşım kullanılarak, ATAS marka cihazda termal analiz işlemi gerçekleştirilmiştir. Termal analiz, işlemi sıvı alaşım kalitesinin belirlenmesi aşamasında kritik öneme sahip olmaktadır. Bu kapsamda termal analizde önemli olan bazı kritik parametrelerin belirlenmesi ve optimum şartların ne olması gerektiği anlaşılmaktadır. Burada birinci öncelikli kavram MQ ile gösterilen metal kalitesi ifadesidir. Bunun dışında sıvı sıcaklığı (TL), ötektik katılaşma sıcaklığı (TES), geri yükselme (R), grafitleşme faktörleri (GRF1 ve GRF2), katılaşma sıcaklığı (TS) gibi termal parametreler yer almaktadır. Yapılan termal analiz işlemi ile malzemenin döküm öncesi göstereceği katılaşma karakteristiği açıkça ortaya konabilmektedir.



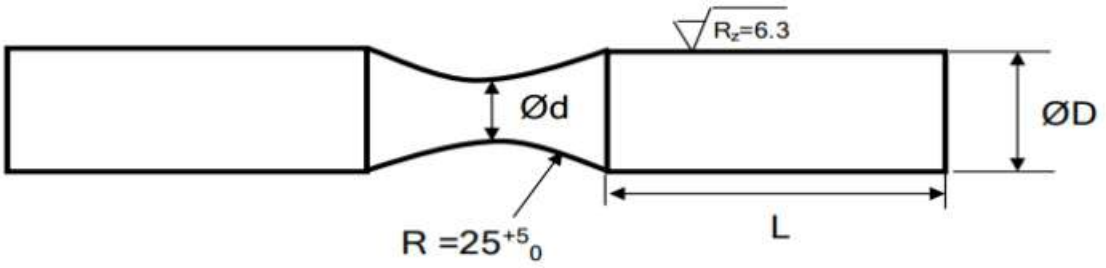
Şekil 5. Termal analiz sonucu çizilen soğuma eğrisi ve bazı değerlerin eğri üzerinde gösterimi

2.3. Mikroyapısal Analiz

Döküm malzemelerin gerek grafit yapısını ve gerekse matris yapısını incelemek amacıyla optik mikroskopta inceleme gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla numunelerin kesim işleminde ATM marka Brillant 250 model kesme cihazı kullanılmıştır. Metalografik numunelerin hazırlanması için, ATM marka Opal 460 model cihaz kullanılarak sıcak gömme işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra numunelerin zımpara ve polisaj işlemleri için, ATM marka Safire 350 model cihaz kullanılarak ve 220, 400, 600, 800, 1200 ile 2500 Mesh Al_2O_3 zımparalar ile yüzeyler hazırlanmış ve polisaj işlemi için ise sırasıyla 6, 3 ve 1 µm elmas pastalar kullanılmıştır. Mikroyapısal çalışma sırasında grafit yapısı, numuneler dağlanmadan incelenirken, %2 nital ile dağlama sonrası ise numunenin matris yapısı incelenmiştir.

2.4. Sertlik ve Çekme Testi

Hazırlanan U şeklindeki döküm numunelerden, çekme ve sertlik testleri amacıyla sırasıyla 20 mm çapında ve 7 mm yüksekliğinde sertlik numunesi ile, 20 mm çapında ve 37 mm yüksekliğinde, BS EN 1561 standardına uygun çekme numunesi elde edilmiştir.



Şekil 6. BS EN 1561 standardına uygun çekme numunesi

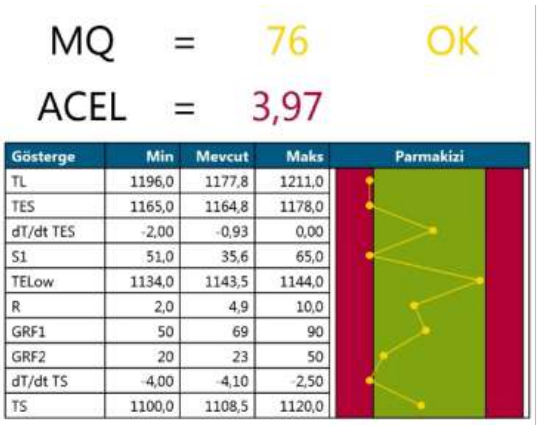
ATM marka Safire 350 model cihaz ve 220, 400, 600, 800 zımparalar kullanılarak sertlik testi öncesi yüzey hazırlığı tamamlanmıştır. Sertlik testi uygulaması numunelerin sertliklerinin ölçümünde BMS OBPC marka sertlik ölçme cihazı kullanılmıştır. Numunelere 10 mm çelik uçlu bilye ile 3000 kg yükte Brinell Sertlik testi uygulanmış ve 3 değişik noktadan alınan sertlik değerlerinin ortalaması bulunmuştur.

3. DENEY SONUÇLARI VE TARTIŞMA

3.1. Termal Analiz ile Katılaşma Sürecinin Kontrolü

Numunelerin döküm işleminden önce alınan termal analiz verileri ve aralık değerleri Şekil 7'de verilmiştir. Buna göre ACEL değerinin boş (aşısız) numune de 3.96 ve aşılanmış numunede 3.97 olduğu görülmektedir. Her iki numunenin de TL, TES ve S1 parametrelerinin minimum değer aralığının altında olduğu gözlemlenmiştir.

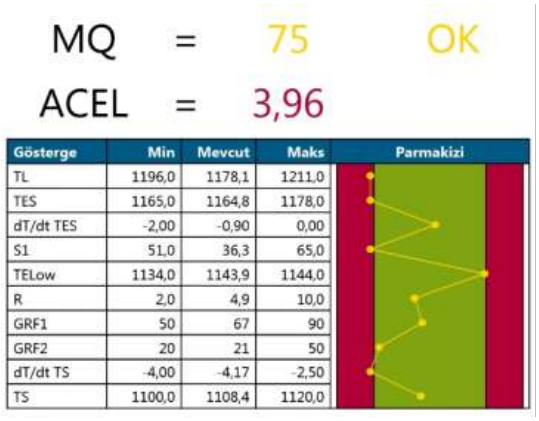
Şekil 7'de görüldüğü gibi sıvı metal katılaşırken belirli sıcaklıklar kaydedilmiştir. Kaydedilen sıcaklıklardan TL ve TElow, önceden sisteme girilen alaşım bileşimi, katılaşırken beklenen sıcaklıkları karşılaşmıştır. Ancak TES ve geri ısınma (R) beklenilen değerlerin dışında kalmıştır. Beklenilen sıcaklıkların istenen aralıklarda bulunmaması katılaşma sürecini etkiler ve çekinti hatalarına sebep olabilir ve katılaşma sürecinin kontrolünü zorlaştırır.


MQ = 76 OK

ACEL = 3,97

Gösterge	Min	Mevcut	Maks	Parmakizi
TL	1196,0	1177,8	1211,0	
TES	1165,0	1164,8	1178,0	
dT/dt TES	-2,00	-0,93	0,00	
S1	51,0	35,6	65,0	
TELow	1134,0	1143,5	1144,0	
R	2,0	4,9	10,0	
GRF1	50	69	90	
GRF2	20	23	50	
dT/dt TS	-4,00	-4,10	-2,50	
TS	1100,0	1108,5	1120,0	

(a)


MQ = 75 OK

ACEL = 3,96

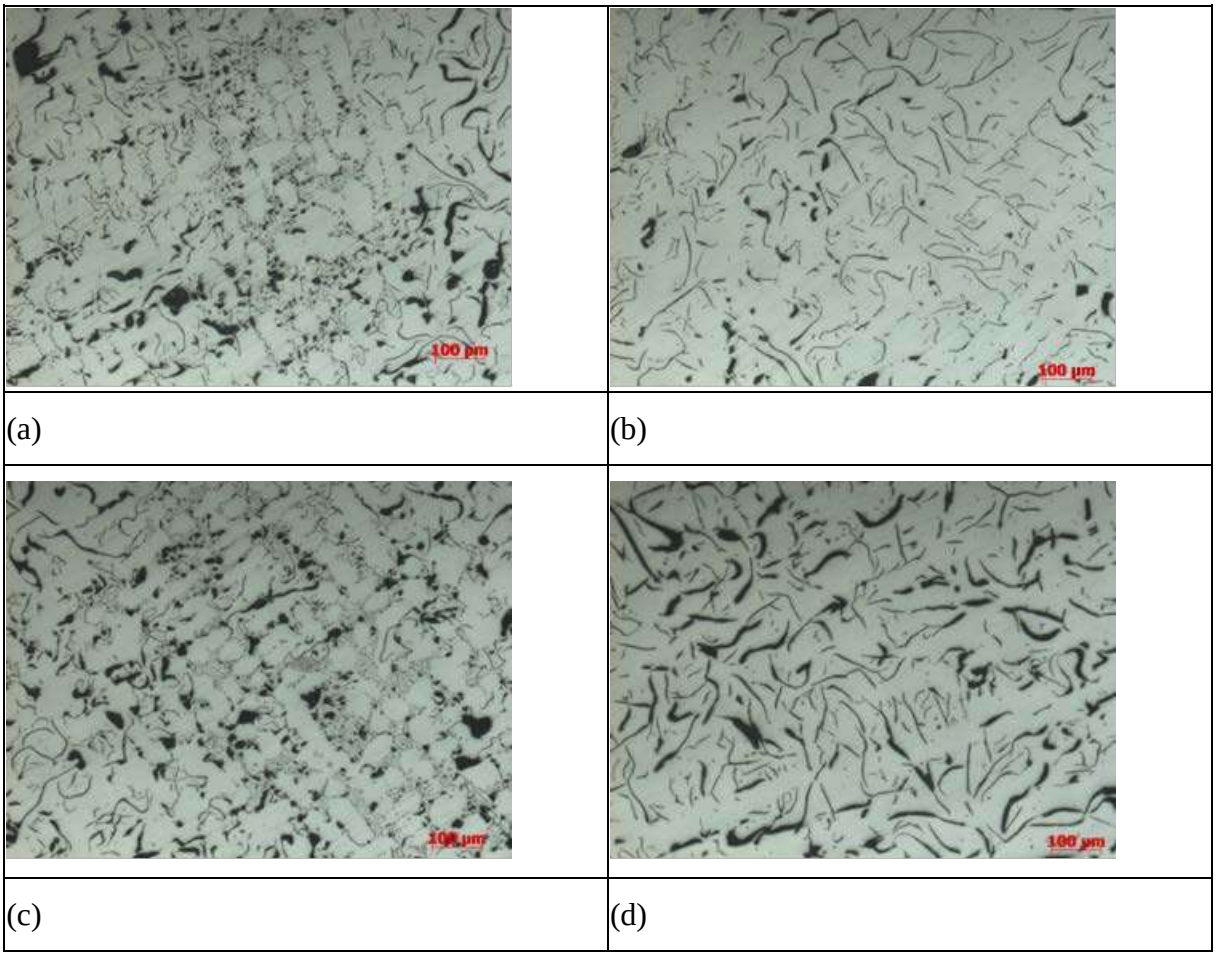
Gösterge	Min	Mevcut	Maks	Parmakizi
TL	1196,0	1178,1	1211,0	
TES	1165,0	1164,8	1178,0	
dT/dt TES	-2,00	-0,90	0,00	
S1	51,0	36,3	65,0	
TELow	1134,0	1143,9	1144,0	
R	2,0	4,9	10,0	
GRF1	50	67	90	
GRF2	20	21	50	
dT/dt TS	-4,00	-4,17	-2,50	
TS	1100,0	1108,4	1120,0	

(b)

Şekil 7. Termal analiz verileri ve optimum aralık değerleri. a) Boş (Aşısız) numune b) %0,4 Yeşil SiC içeren numune

3.2 Mikroyapısal İnceleme Sonuçları

Yapılan döküm işlemi sonucu elde edilen mikroyapı görüntüleri sırasıyla aşılanmamış numune Şekil 8 (a ve b) ve aşılanmış numune Şekil 8 (c ve d) 'de verilmiştir. Aşılanmamış numunede D ve E grafit gözlemlenmiştir. SiC ile aşılama sonucunda D ve E grafitin azaldığı ve A tipi grafitin oluştuğu ancak lokal olarak grafit lamel uzunluğu ve kalınlığının arttığı görülmüştür. Wang vd. yaptığı çalışmada buna benzer şekilde A tipi grafit boyutunun uzadığı tespit edilmiştir.



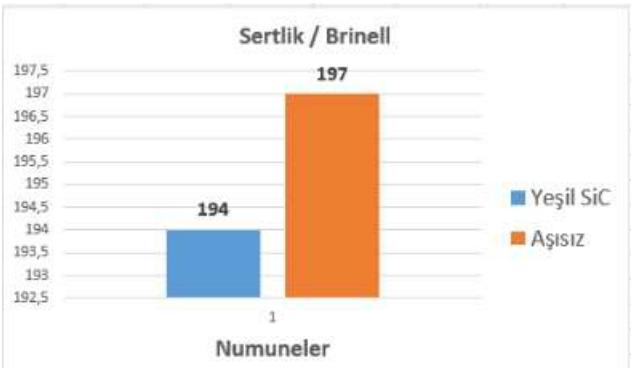
(a) (b)

(c) (d)

Şekil 8. Test edilen numunelerinin mikroyapısı a) Aşısız (kenar kısım) b) Aşısız (orta kısım) c) Aşılı (kenar kısım) d) Aşılı (orta kısım)

3.3 Sertlik ve Çekme Testi Sonuçları

Çekme testi ve sertlik değerleri Tablo 4 de gösterilmiştir. Buna göre SiC ile aşılanmış olan malzemenin diğer malzemeye göre akma dayanımında %7,9 çekme dayanımında %9,5 artış sertlik değerinde aşılanmamış olan malzemenin diğer malzemeye göre sertlik değerinde %1,55 artış olduğu belirlenmiştir.



Şekil 9. Numunelerin ortalama sertlik değerleri

Tablo 4 Numunelerin çekme ve akma dayanımı değerleri

Numune	Çekme Dayanımı (MPa)	Akma Dayanımı (MPa)
Aşısız (boş)	232	185
Yeşil SiC Aşılı	254	201



(a) **(b)**

Şekil 10. Numunelerin maksimum çekme ve akma dayanımı değerleri

4. SONUÇLAR

Gri dökme demir malzemelerde aşılamanın termal analiz ve mekanik özelliklere etkisi ilgili yapılan çalışmada aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- Aşılanmamış lamel grafitli dökme demirin mikroyapısında, yüksek alt soğuma ve yetersiz çekirdeklenme nedeniyle D tipi grafit oluşumu gözlemlenmiştir.
- Numunelerin mikroyapıları incelendiğinde, aşı uygulanmış numunede boş (aşılanmamış) numuneye kıyasla A tipi grafit miktarının arttığı tespit edilmiştir.
- Aşılama işlemi ile A tipi grafit yoğunluğunun arttığı ve bunun çekme ile akma dayanımını olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.
- Aşısız numunede karbür oluşumu beklenmektedir. Karbür oluşumunun tespitine yönelik çalışmalar devam etmektedir. SiC ilavesiyle grafitleşme artmış, matris yapısı ferritik hale gelmiştir. Bu nedenle, aşısız numunenin sertliği, aşılı numuneye kıyasla daha yüksek çıkmıştır.

5. KAYNAKLAR

[1] Ana-Marija, H., Zoran, G., & Anita, S. (2022). Effect of inoculation, cooling rate and charge composition on gray iron microstructure. *Materials Science. Non-Equilibrium Phase Transformations.*, *8*(1), 3-6.

[2] Çalik, A. (2009). Effect of cooling rate on hardness and microstructure of AISI 1020, AISI 1040 and AISI 1060 Steels. *International journal of Physical sciences*, *4*(9), 514-518.

[3] Metal Casting Institute. (n.d.). *Iron types*. Retrieved April 20, 2025, from https://metalcastinginstitute.com/iron-types/

[4] AYDOĞUŞ, A., & ACARER, M. (2019). KÜRESEL GRAFİTLİ DÖKME DEMİRLERDE AŞILAYICILARIN MİKROYAPI ve MEKANİK ÖZELLİKLERE ETKİSİ. *Selcuk University Journal of Engineering Sciences*, *18*(3), 199-208.

[5] Fay, A., & Pinel, P. (2020). Inoculation solutions against metallurgical problems. *International Journal of Metalcasting*, *14*(4), 1123-1135.

[6] Germain, L., Sertucha, J., Hazotte, A., & Lacaze, J. (2024). Classification of graphite particles in metallographic images of cast irons–Quantitative image analysis versus deep learning. *Materials Characterization*, *217*, 114333.

[7] Janerka, K., Kostrzewski, Ł., Stawarz, M., Jezierski, J., & Szajnar, J. (2022). Various aspects of application of silicon carbide in the process of cast iron Melting. *Archives of Metallurgy and Materials*, *67*.

[8] Xue, W., & Li, Y. (2016). Pretreatments of gray cast iron with different inoculants. *Journal of Alloys and Compounds*, *689*, 408-415.

[9] Omranian, P., Shakeri, N., Mohamemadpour, A., Khailpour, M., & Alavi, N. (2013). Use of silicon carbide as an inoculant in ductile iron casting to reduce the cost with keeping the properties. *Metal Journal*, *15*(5), 1-5.

[10] Wang, G., Chen, X., Li, Y., & Liu, Z. (2018). Effects of inoculation on the pearlitic gray cast iron with high thermal conductivity and tensile strength. *Materials*, *11*(10), 1876.

IS IT USEFUL FOR A TEACHER TO KNOW ABOUT DEPRESSION?

Irına-Ana DROBOT[1]

[1]Technical University of Civil Engineering Bucharest, Faculty of Engineering in Foreign Languages, Department of Foreign Languages and Communication, philology, education, ORCID number 0000-0002-2556-6233

Abstract

The purpose of this paper is to answer the question whether being familiar with depression, for teachers, no matter what subject they teach and at what level, can be useful. What this question refers to is whether the teacher can help students once he or she is familiar with symptoms of depression, to the point where he or she can identify them based on the interaction with the students and based on their visible everyday life behaviour. The teacher may have skills similar to those that are required of therapists, such as empathy, sympathy, understanding, and good knowledge of interior life, starting with his or her own. In general, teachers are seen as persons who can practice intuitive psychology, as they manage naturally to establish good connections with their students, to inspire them in learning the subject they teach, as well as to prompt them to adopt certain values and principles that they will hold on to until later in their lives. While a teacher may not be, literally, a therapist, he or she may at least get to know a student and help him or her based on their good capacity to interact with and understand them, as well as being supportive to them.

Keywords: Empathy, Sympathy, Therapy

1. INTRODUCTION

The teacher can be considered, in many ways, a psychologist, regardless of the level at which he or she teaches. This is because a teacher's profession depends, to a large extent, on human relationships, and on the relationships with his or her students, to be specific.

Depression can occur at any time in anyone's life. The usual times when it is more frequent can be associate with ages of transition, from one age to another, and to a completely different self and life, such as adolescence and middle age. However, depression may be caused as a response to various external factors, such as loss of someone dear, be it to death or to the person's simple leaving us, professional issues, economic and political circumstances, such as financial crises and wars, and so on. Depression may even begin with no obvious explanation. It all depends on the factors leading to depression, since it can be a psychological issue or a result of chemical imbalances in the brain.

Pupils and students of all ages are not sheltered from depression, and, for this matter, neither are teachers themselves. However, teachers can be considered old and responsible enough in order to recognize and try to support students whom they expect may be dealing with depression.

For this matter, students of all ages may deal with depression, which leads us to considering that teaching is not only related to knowledge about the topic we are teaching, but also with knowledge of psychology. We may be taught during pedagogy and psychology courses about

different ways of thinking, learnings, different types of personality which we may recognize in the classroom and how to deal with them, different teaching methods which are fashionable at international level, especially those related to the equality and well-being of the students? Gradually, the teaching environment is trying to become more relaxed and so is the relationship between teacher and students. However, is this enough by itself to prevent psychological issues for the students?

We can further on wonder what is depression and what can knowledge and awareness about this issue can do to help students? Can teachers actually take the place of therapists, or can they simply use their knowledge about depression to send students towards specialized help?

1.1. Theoretical Framework

What is depression? A "decayed mood" (Bernard, 2018) can be a first way of defininig it, briefly. This is because we can further on speak about "painful feelings," such as "bad humor, anguish and panic attacks, performance decay of various psychic and cognitive functions, tendency to isolation, demotivation, apathy, abulia, difficulty to enjoy, hopelessness, motor inhibition, hypotonia and negative thoughts, including possible delusions in cases of serious severity" (Bernard, 2018). Depression can be, further on, "a state of dejection and unhappiness that may be transient or permanent" (Bernard, 2018). Signs of depression can be considered the following: "the presence of sadness, loss of pleasure, feelings of guilt and low self-esteem, accompanied with alterations in the sleep pattern and the appetite, lack of concentration, and feelings of being tired, which can become chronic and recurrent, making the person dysfunctional in their daily activities" (Bernard, 2018). In addition, when depression "is mild it can be treated with psychotherapy, but when it is moderate or severe, pharmacological treatment may be needed" (Bernard, 2018).

2. METHOD

A teacher, similarly to a therapist, is expected to have empathy (Aldrup et al, 2022; Constantini, 2019), sympathy (Simpson & Sacken, 2014) and, briefly, understanding towards his or her students. A teacher may not be trained in detail into fields such as psychology, psychotherapy, and psychoanalysis, yet he or she may have some notions of psychology and, especially, of intuitive psychology. A teacher is considered to have a natural ability to understand students, as well as a natural gift for this. This is related to the ability of teachers to inspire students, and which is part of the image of teachers we all have based on our cultural background.

Teachers being aware of psychological issues other than personality types and learning styles, as well as their own self-knwoeldge, which are taught based on psychology and pedagogy courses for teacher, can be a useful aspect when we consider the complexity of the issues schools and universties confront themselves with nowadays. Students can be influenced by various factors, such as online social media, peers, and the interantaional community of young people their age. We should also not disregard the influence of their own family background and close friends circle, as well as other people close to them.

In addition, we need to consider the specificity of adolescence, and also young adulthood, when changes can occur at a fast pace and when the person may need to go through additional efforts in order to keep up with them.

We may also take into consideration the context of our everyday life and society. As a result, we may consider that nowadays wemay have around us more raising awareness campaigns regarding our psychological life than in the past. We may be more well informed than in the past about the way we can feel in order to be called depressed. Once we identofy mnost of the

symptoms, we may think about finding a solution to them by resorting to help from mental health specialists.

Students, just like anyone else, can have moments when they feel depressed. A teacher, once he or she spends time regularly witha group of students, may have enough sense of observation to notice changes in behaviour which may lead to the teacher's udnerstanding that measured should be taken for the good of the students. Some students who are, suually, active and very much involved in class activities, may become completely different, showing no interest at all in such activities, and the teacher may try to have a talk with them or with their parents about this change in behaviour. It all depends on the degree of severity related to their issue, yet noticing the change can be a first step in helping the students preserve their status of well-being.

We can also have in mind the fact that we are given plenty of information related to mental health issues nowadays, based on European Union and other supranational organizations' campaigns, which makes raising awareness a sign that we may all understand that we can be dealing with issues such as depression any time. We can come to see the warining signs of it on our close relationships, in our family as well as at the workplace. Schools and universities make no exception.

A teacher is considered to have notions or abilities of intuitive psychology, obsrvation, empathy and sympathy for his or her students. We all have in mind the image of an inspiring teacher, managing to help all of his or her students go through difficult moments in their lives.

However, depression means much more than going through difficult moments specific to the age of adolescence (Petersen et al, 1993; Thapar et al, 2012) or to other ages, and related to the relationships of the students with their parents and with the overall atmopshere in their homes.

A teacher may may notice the warning signs of depression for his or her student or students, and try to comfort the student or students, and further on may try to warn their parents, if possible, about this, or have a talk with the student or students in private, directly.

Such issues that students may go through show that the teacher's job, regardless of the teaching level, is not an easy one. Notions of psychology which are considered necessary for this profession can only further on underline this.

The teacher may further on direct the students towards therapy, if necessary.

The awareness of depression for school teachers regarding their students is becoming an issue of concern (Klaj et al, 2023).

3. FINDINGS

A teacher's job is associated not only with professional competence, but also with care for his or her students and their well-being. Psychology becomes a key component with respect to the teaching profession, when we consider the well-being and psychological health of the students. We can consider that the teacher takes over a parental, caring role for his or her students, relying on notions offered by psychology to help them. Teachers consider, after all, establishing rapport with their students, and also being on good terms with them. This allows them to intervene or to suggest interventions in cases where they notice signs of depression.

Nowadays, as much as popular spcyhology ahs been gaining ground, it still helps to have teachers clearly observe their students and raise further awareness to such issues. The problem may be most relevant in the case of adolescents in highschools and young adults at universities, since otherwise parents may be more involved in the case of their younger children, and also

since afterwards students become more aware of themselves and of their psychological issues in order to be able to search for help by themselves. Students at university level may be talked to directly regarding depression, and they can start seeking helo for themselves, willingly. With age, we become more aware of our psychological life.

4. DISCUSSION, CONCLUSION AND RECOMMENDATION

While a teacher may not be expected to actually treat their students' psyhcological problems such as depression, they can be aware of them, observe them, and recommend students or their parents to seek help or, at least, confirmation for such a diagnosis. Depression is considered a serious issue, and, while it is popularized based on popular psychology articles and other materials for the genral public, it may easily be overlooked and understood. This makes it a necessity for teachers to show their students support and also to raise their awareness or their parents' awareness regarding this problem, once it becomes noticeable in the classroom.

Depression can hinder pursuing academic achievements and academic life in general, as well as personal well-being. This is why teachers can efficiently intervene when necessary.

We can also recall issues and situations such as bullying among peers in schools and univeristies, and these cases can definitely increase risks for depression. We can also consider, furthermore, romantic relationships issues, family issues, and academic achievement issues, all of which can, eventually, cause problems and even depression.

5. REFERENCES

Aldrup, K., Carstensen, B., & Klusmann, U. (2022). Is empathy the key to effective teaching? A systematic review of its association with teacher-student interactions and student outcomes. Educational Psychology Review, 34(3), 1177-1216.

Bernard, J. E. R. (2018). Depression: A review of its definition. *MOJ Addiction Medicine & Therapy*, *5*(1), 6-7.

Costantini, G. (2019). Empathy in education: the successful teacher. In Empathy: Emotional, ethical and epistemological narratives (pp. 73-81). Brill.

Klai, M. A., Bahrin, F. K., & Yusof, M. M. (2023). The awareness of depression among school teachers at SMKA Al-Mashoor Perempuan, Penang Island.

Petersen, A. C., Compas, B. E., Brooks-Gunn, J., Stemmler, M., Ey, S., & Grant, K. E. (1993). Depression in adolescence. American psychologist, 48(2), 155.

Simpson, D. J., & Sacken, D. M. (2014). The Sympathetic-and-Empathetic Teacher: A Deweyan Analysis. Journal of Philosophy & History of Education, 64(1).

Thapar, A., Collishaw, S., Pine, D. S., & Thapar, A. K. (2012). Depression in adolescence. The lancet, 379(9820), 1056-1067.

WHY IS IT IMPORTANT TO PROMOTE PSYCHOANALYSIS FOR THE GENERAL PUBLIC?

Irına-Ana DROBOT[1]

[1]Technical University of Civil Engineering Bucharest, Faculty of Engineering in Foreign Languages, Department of Foreign Languages and Communication, philology, education, ORCID number 0000-0002-2556-6233

Abstract

The purpose of this paper is to analyse reasons why promoting psychoanalysis for the general public can be considered an important action. The paper will rely, for exemplification, on the case of the Romanian Association for the Promotion of Psychoanalysis (AROPA), a society which has been functioning in Romania since the 1990s, after the fall of Communism, a time when psychoanalysis was under interdiction to be discussed and spread. This led to Romania remaining behind with this topic compared to other European and American societies. AROPA hold the opinion that psychoanalysis is significant, first of all, as a method of treating neurosis, and of helping improve, not only understand, people's inner lives. The existence of the unconscious, which is visible in slips of the tongue, as well as parapraxes, which are errors of action such as forgetting something, dreams, as well as in our everyday conversation, beliefs, values, interpersonal relationships, can be a starting point for us to better understand the reasons for us being and acting in a certain way. By being aware of the way psychoanalysis works and of the way in which we can analyse our unconscious, we can diagnose our problem and discuss it with a professional. This can certainly improve our quality of life.

Keywords: Unconscious, Slips of the Tongue, Dreams

1. INTRODUCTION

Psychoanalysis can be regarded, next to psychology, a means for ensuring personal well-being. Nowadays, we are becoming more aware of psychological, as well as physical health, based on various raising awareness campaigns. We cannot completely draw the distinction between psychological and physical health, as well as well-being, once we realize how much the two of them can depend on one another.

We often hear talk about the mind-body connection and on the way in which the mind and body need to be functioning as a whole.

Domains such as psychology, psychiatry and psychoanalysis have become part of our popular culture. They are now available for the general public in order to help them improve their lives. This means that the general public is well-aware of the moments when they may need to ask help from a therapist regarding various symptoms and issues in their psychological lives.

However, some areas of the world have been more open or have had more opportunities for developing these domains than others. Romania is a different case, since it was only after the fall of Communism in 1989 that it had the opportunity to start developing. The 1990s marked the beginning for the chances given to psychoanalysis to reach the general public.

The focus of this paper is psychoanalysis, since it gives access to the level of the unconscious, not only of the conscious mind, and, while psychology and psychiatry are more easily available for understanding, this is not the case with psychoanalysis.

1.1. Theoretical Framework

Psychoanalysis can be defined as a method for treating neuroses (Freud, 1922), which can range from phobias, unhealthy relationship patterns, self-sabotage in the case of professional and personal life, to hysteria, the latter being a means of converting an interior psychological conflict into a physical manifestation. However, the definition of hysteria can range from conversion hysteria to the fixations in childhood from the Oedipal period of psychosexual development. In addition, we need to take into consideration that neurosis only is treated by psychoanalysis, due to the existence of transference, while for psychosis, transference being inexistent, there can be no means of connecting with the patient and of helping him or her work out through his or her interior conflict. As an example, "In schizophrenia the libido has been withdrawn from objects in the external world and has been directed toward the ego. This renders the creation of transference relations, which are so important in treatment, either impossible or much more difficult" (Freud, 2014).

2. METHOD

Popularising psychoanalysis, making its methods known for the general public is the purpose of AROPA (The Romanian Association for the Promotion of Psychoanalysis). This association is led by president Jean Chiriac and has been present online since the 1990s. The association has also published a magazine about psychoanalysis destined for the general audience, not for the professionals, a magazine called OMEN, but whose publication has been ceased due to financial difficulties. However, the site of the association remains functional. The association also includes a true online community, publishing online courses for beginners about Freud and Jung, holding an online forum for discussions, which is private, for those users having followed the online courses only, a blog where, just like on the site, articles about case studies, users' experiences with instances of self-analyses such as dreams and slips of the tongue are presented for reading and discussions, together with analyses of social and cultural phenomena. The political and religious reality of Romania in particular are discussed based on a psychoanalytic frame of mind.

The Romanian Association for the Promotion of Psychoanalysis wishes to raise awareness for the geenral public regarding the use of psychoanalysis as a method of treatment of neuroses, so that the component of the soul, of the psyche, does not remain disregarded when people in Romania get ill. Problems such as depression can be treated by psychoanalysis, once depression is not severe and does not reach the level of psychosis. Preserving contact with reality and having transference with the therapist ensures a good course of therapy, based on AROPA online community staff opinions.

In addition, one of the objectives of AROPA is to help the general public work with their instances of the psyche, based on the analyses of their own dreams, slips of the tongue, thus speech errors, as well as errors of action. All of these are based on the unsconscious. As a result, once we analyse dreams, slips of the tongue and errors of action, we gain access to another level of ourselves, one which usually remains unknown or accessible with difficulty: the unconscious. We discover what is, in fact, behind our dreams and actions, which we may use in order to work with ourselves.

Another instance based on which we can have access to the unconscious is the free associations technique. Based on this technique, we can start writing for ourselves in a notebook or diary whatever comes to our mind, without worrying about it being disorganized. We can further on identify what is repeating and develop on this content. In therapy, the analyst asks the patient to speak freely, while further on the patient is asked about recurring contents, noticed by the analyst.

The Romanian Society of Psychoanalysis (Societatea Romana de Psihanaliza) is another organization in Romania, which is centred on both psychoanalysis for professionals and psychoanalysis for the general public. They have dialogue with the general public based on the topics posted on the Cafe Gradiva blog. Just like AROPA, The Romanian Society of Psychoanalysis has also focused on Freud, claiming in some of the posts on Cafe Gradiva blog that hysteria is still around us today (Bitfoi, 2019), and that it is not restricted to Freud's time. In addition to Freud, howevr, The Romanian Society of Psychoanalysis also focuses on other types of therapy, and on modern psychoanalysis, unlike AROPA, which is focused especially on Freud, while also including interest in Jung and his therapy. One of the well-known memebers of The Romanian Society of Psychoanalysis is Vasile Dem. Zamfirescu, the author of a recently launched book titled Jurnal de psihanalist (*The Journal of a Psychoanalyst*), published in 2025, at Editura Trei Publishing House, which is specialized in psychoanalysis and psychology. The opening towards the general public is also visible with Professor Zamfirescu, as he has made the book launch available to anyone interested. In addition, the books on psychoanalysis published by Editura Trei are available for anyone to read, and present in bookshops, not restricted to a professional, specialized audience.

While psychoanalysis has remained behind in Romania due to the Communist regime compared to the Western world, it is stepping forwards towards recognizing psychoanalysis as a method of treatment, as well as a system of thought and means of cultural analysis.

We can notice that psychoanalysis is promoted both as a method for self-analysis, as well as a method of treatment with the help of the professional when needed. It all depends on the severity of the issue.

In addition to these two main organizations, we can mention the openness to the general audience of therapists in general, regardless of orientation, though including psychoanalytic orientation, in online social media groups where the general public can ask questions about their personal life problems and be given some reflection outlines, as well as recommendations regarding whether or not they need therapy sessions with a professional. AROPA offers a free service for private discussions regarding various problems in someone's personal life.

The psychoanalyst can be considered, next to any doctor, a specialist which the general public may need to consult at times. Knowing the basic concepts and theories of psychoanalysis and what issues are treatable by psychoanalysis helps people be aware when professional help is needed, in their own case, as well as in the case of others they know.

3. FINDINGS

The popularization of psychoanalysis is beneficial for psychological health. This can help ensure that we have a good life overall, as mental health is not an issue to be neglected. In addition, insight into our unconscious motivations can only help us better understand ourselves. Two main associations are concerned with its popularization, namely The Romanian Association for the Promotion of Psychoanalysis and The Romanian Society of Psychoanalysis. Both use websites and blogs and engage in dialogue with the general public.

4. DISCUSSION, CONCLUSION AND RECOMMENDATION

The promotion of psychoanalysis can be seen as in line with the raising awareness by the European Union, a supranational organization of which Romania is part, towards health in general and mental health in particular. As the EU focuses on the well-being of its citizens, psychological health can be improved by knowledge of psychoanalysis. The inner world needs exploration at some times in our lives. We start being drawn towards self-exploration during adolescence, when we wonder who we are. Further on, the exploration of the inner world may continue function of how introspetive everyone is and function of various difficult moments in our lives.

5. REFERENCES

AROPA. (2025). https://www.psihanaliza.org/index.html

Bitfoi, A. (2019). Mai există isteria astăzi? Pledoarie pentru isterie şi pentru diagnosticul psihanalitic. https://cafegradiva.ro/2019/10/isteria-astazi-diagnostic-psihanalitic.html

Cafe Gradiva. (2025). https://cafegradiva.ro/

Freud, S. (1922). *Introductory lectures on psycho-analysis: a course of twenty eight lectures delivered at the University of Vienna*. G. Allen & Unwin.

Freud, S. (2014). *On narcissism: An introduction*. Read Books Ltd.

Societatea Romana de Psihanaliza. (2025). https://www.srdp.ro/

Zamfirescu, V.D. (2025) Jurnal de psihanalist. Editura Trei, Bucuresti.

THE HIDDEN THREAT BEHIND NEUROLOGICAL DETERIORATION IN CHRONIC ALCOHOLISM: SEPSIS DUE TO NON-MENINGITIC INFECTIONS; A CASE REPORT

KRONİK ALKOL BAĞIMLILIĞINDA NÖROLOJİK BOZULMANIN ARDINDAKİ GİZLİ TEHDİT: MENENJİT HARİCİ ENFEKSİYONLARA BAĞLI GELİŞEN SEPSİS; OLGU SUNUMU

Senem KOCA[1], Burak ŞAHİN[2], Ömer JARADAT[3]

[1] Etlik City Hospital, Emergency Medicine Clinic, 06170 Yenimahalle, Ankara

ORCID: 0000-0003-2495-782X

[2]Kırşehir Training and Research Hospital, Emergency Medicine Clinic, 40100 Merkez, Kırşehir

ORCID: 0000-0003-3990-7374

[3]Kırşehir Training and Research Hospital, Emergency Medicine Clinic, 40100 Merkez, Kırşehir, ORCID: 0000-0002-6177-710X

Özet

İnfluenza virüsleri genellikle solunum yolu enfeksiyonları ile ilişkilendirilse de, nadiren santral sinir sistemi tutulumuna yol açarak deliryum, ensefalopati ve nörolojik bozukluklara neden olabilirler. Kronik alkol kullanımı ise bağışıklık sisteminde baskılanmaya, nörolojik komplikasyonlara ve enfeksiyonlara yatkınlığa neden olur. Bu yazıda, kronik alkol kullanım öyküsü bulunan bir hastada gelişen deliryum, solunum yetmezliği, ARDS ve ikincil bakteriyel enfeksiyon süreci Influenza A enfeksiyonu zemininde ele alınmıştır. Hastada ayırıcı tanı süreci dikkatle yürütülmüş, ampirik antibiyotik tedavisi ve antiviral başlanmış, destek tedavileriyle klinik düzelme sağlanmıştır. Bu olgu, kronik alkol bağımlılığı olan bireylerde nörolojik semptomların enfeksiyonlara bağlı olabileceğini ve erken müdahalenin hayati önem taşıdığını göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Influenza A, ARDS, deliryum tremens

Abstract

Although influenza viruses primarily affect the respiratory tract, they can rarely cause central nervous system involvement such as delirium, encephalopathy, and other neurological complications. Chronic alcohol use predisposes individuals to immune suppression, increased risk of infection, and neurocognitive dysfunction. This report presents a case of a patient with a history of chronic alcohol use who developed delirium, respiratory failure, ARDS, and secondary bacterial infection in the setting of Influenza A infection. Diagnostic work-up included lumbar puncture, imaging, and laboratory tests, and the patient was treated with empiric antibiotics, antivirals, and supportive therapy. This case underscores the importance of considering infectious etiologies in alcohol-dependent patients presenting with altered mental status and highlights the need for early intervention to reduce morbidity and mortality.

Keywords: Influenza A, ARDS, delirium tremens

1. Introduction

Influenza viruses are known not only for their respiratory involvement but also for causing a wide spectrum of neurological complications, including encephalitis, seizures, altered mental status, and delirium. Patients with chronic alcohol use disorder (AUD) present an additional challenge due to their impaired immune response, increased susceptibility to infections, and baseline neurocognitive vulnerability. This case highlights a complex clinical course involving delirium, respiratory failure, and eventual diagnosis of Influenza A in a patient with chronic alcohol use.

2. Case Presentation

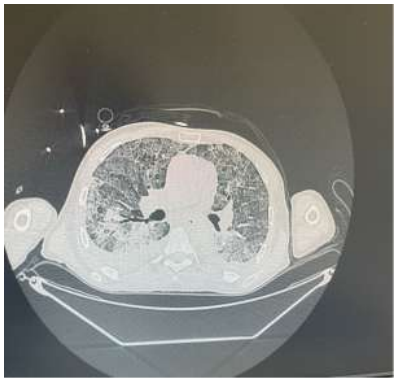
A 51-year-old male with a medical history of diabetes mellitus, chronic alcohol use (self-produced, approximately 70 cl/day), heavy smoking (2.5 packs/day), and prior leg amputation presented to the emergency department with a 4-day history of insomnia, visual hallucinations, disorientation to time, place, and person, and inability to recognize familiar people. On physical examination, the patient was conscious, followed basic commands, but had limited cooperation. There were no focal neurological deficits. Pulmonary auscultation was normal, the abdomen was soft and non-tender, and peripheral pulses were symmetric. Vital signs were within normal limits.

Initial laboratory workup showed: WBC 13.87 $\times 10^9$/L, Hb 12.5 g/dL, PLT 237 $\times 10^9$/L, Na 139 mmol/L, K 3.9 mmol/L, glucose 64 mg/dL, CRP elevated at 47.91 mg/L (previously 23.21), AST/ALT and ALP/GGT within normal limits, creatinine 0.57 mg/dL, eGFR 119 mL/min/1.73m², Mg 1.67 mg/dL, Ca 8.3 mg/dL, troponin T <3 ng/L, INR 0.94, aPTT 36 s, pH 7.4, pCO_2 29.2 mmHg, HCO_3^- 17.7 mmol/L, sO_2 54.2%, lactate 1.25 mmol/L, pro-BNP 1392 pg/mL, and ethanol negative.

Psychiatry and neurology consultations supported a diagnosis of delirium tremens, and the patient was admitted to the psychiatric ward. He was started on diazepam, high-dose vitamin B complex (8–10 ampoules/day of B-complex), and 100 mg thiamine per 50 mg of dextrose. During follow-up, the patient exhibited increased sensitivity to sound and light, persistent disorganized behavior, and agitation. On the evening of admission, his temperature rose to 37°C, and CRP increased to 69 mg/L. Due to deterioration in consciousness and respiratory status, he was intubated.

A lumbar puncture was performed to rule out central nervous system infection; results were unremarkable. Brain and thoracic CT imaging was obtained, revealing findings consistent with pneumonia. Empiric antibiotic therapy with piperacillin-tazobactam and levofloxacin was initiated for presumed hospital-acquired pneumonia.





Despite treatment, the patient's fever and inflammatory response persisted. On hospital day 9, a respiratory viral panel returned positive for Influenza A, prompting initiation of oseltamivir for a 5-day course. Subsequently, the patient developed acute respiratory distress syndrome (ARDS).

Linezolid was added to the treatment regimen.

With continued care, the patient's clinical condition improved. He was extubated and transferred from the intensive care unit to the general ward. However, a few days later, his condition deteriorated again. Blood cultures grew *Streptococcus pneumoniae*, and he was started on meropenem, linezolid, and colistin. Following this regimen, his condition stabilized, and he was transferred back to the medical ward.

3. Discussion

Influenza virus infections are well-documented to cause various neurological manifestations, including altered mental status, encephalopathy, seizures, and delirium. The precise pathophysiological mechanisms of central nervous system (CNS) involvement remain unclear but may include direct viral invasion, immune-mediated damage, and disruption of the blood-brain barrier(1).

Chronic alcohol consumption significantly alters immune competence, leading to increased susceptibility to infections and enhanced severity of disease. In this case, neurological symptoms such as hallucinations, disorientation, and confusion may have resulted from a combination of alcohol withdrawal, viral neurotropism, and systemic inflammation(2).

Alcohol-related neurological complications—such as Wernicke encephalopathy and alcoholic hallucinosis—may present similarly, necessitating a thorough diagnostic approach including CSF analysis, neuroimaging, and infection screening. Additionally, chronic alcoholics are more prone to aspiration and pneumonia due to impaired mucociliary clearance, reduced surfactant production, and diminished consciousness.

Common infectious agents in chronic alcohol users include *Streptococcus pneumoniae*, *Klebsiella pneumoniae*, *E. coli*, *H. influenzae*, *Listeria monocytogenes*, and viruses such as HBV, HCV, and HIV. As seen in this case, pneumonia can rapidly progress to sepsis and ARDS, even in the absence of overt meningeal signs. Neurological symptoms often result from the synergistic insult of infection and alcohol-related neurotoxicity(2)

4. Conclusion

This case demonstrates how Influenza A infection in a chronic alcohol user can precipitate a cascade of complications, including delirium, pneumonia, ARDS, and secondary bacterial infection with *Streptococcus pneumoniae* (3).Atypical neurological presentations in alcohol-dependent individuals should prompt consideration of underlying infections, even in the absence of classical signs. Early empirical antimicrobial therapy, vitamin repletion (particularly thiamine), and vigilant monitoring are essential for improving outcomes in this high-risk population.

5. References

1. Studahl M. Influenza virus and CNS manifestations. J Clin Virol. 2003 Dec;28(3):225-32. doi: 10.1016/s1386-6532(03)00119-7. PMID: 14522059.

2. Klimik Derneği. Alkol Bağımlılığı ve İnfeksiyonlar. 2021. Available from: https://www.klimikdergisi.org/wp-content/uploads/2021/01/alkol-bagimliligi-ve-infeksiyonlar.pdf

3. Quertermous BP, Williams DJ, Bruce J, Sekmen M, Zhu Y, Grijalva CG, Antoon JW. Incidence of Influenza-associated Neurologic and Psychiatric Complications Requiring Hospitalization in Children Ages 5-17 Years. Pediatr Infect Dis J. 2024 Oct 1;43(10):959-962. doi: 10.1097/INF.0000000000004424. Epub 2024 Jun 13. PMID: 38869312; PMCID: PMC11408088.

SIZINTI SUYUNUN YEŞİL OKSİDAN VE KATALİZÖRLERİN KULLANILDIĞI MODİFİYE FENTON PROSESLERİ İLE ARITIMININ ARAŞTIRILMASI

INVESTIGATION OF LEACHATE TREATMENT WITH MODIFIED FENTON PROCESSES USING GREEN OXIDANTS AND CATALYSTS

Rabia Nefise YILMAZ[1*], Emine CAN-GÜVEN[2], Senem YAZICI GÜVENÇ[3], Gamze VARANK[4]

[1]Yüksek Lisans Öğrencisi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği,
ORCID: 0009-0000-6408-511X
[2]Doç. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği,
ORCID: 0000-0002-3540-3235
[3]Doç. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği,
ORCID: 0000-0002-2877-0977
[4]Prof. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği,
ORCID: 0000-0003-3437-4505

Özet

Düzenli depolama sahasında atık gövdesinden sızan yağmur suları, atık bünyesinde bulunan suyun atığın sıkışması ile açığa çıkması ve atığın biyokimyasal olarak parçalanması sonucu sızıntı suyu oluşmaktadır. Oluşan sızıntı suyunun kompozisyonu atık tipi, sıkışma derecesi, iklim koşulları ve depo yaşı gibi birçok faktöre bağlı olmakla birlikte karakteristik olarak kompleks bir yapıya sahiptir. İçerdiği organik, inorganik ve toksik bileşenler nedeniyle sızıntı suyu arıtımı genellikle ardışık uygulamalar gerektirmektedir. Özellikle dirençli kirletici içeriği yüksek olan olgun sızıntı sularının arıtımında çeşitli kombinasyonlar uygulanmaktadır. Bu çalışma kapsamında sızıntı suyunun Fenton ve Modifiye Fenton prosesleri ile arıtımının yapıldığı çalışmalar derlenmiştir. Fe^{2+} ile H_2O_2 reaksiyonu sonucu hidroksil radikali oluşumuna dayanan Fenton prosesi uzun yıllardır atıksu arıtımında uygulanmaktadır. Modifiye Fenton prosesleri ise klasik Fenton prosesine alternatif olarak ortaya çıkan ve temel olarak Fe^{2+} ile H_2O_2 yerine farklı demir türevleri ve oksidanların kullanıldığı proseslerdir. Bu derleme kapsamında yeşil oksidanlar olan sodyum perkarbonat ve kalsiyum peroksitin oksidan olarak; Fe^{2+} ve Fe^{3+}'ün katalizör olarak kullanıldığı çalışmalar araştırılmıştır. Son yıllarda hidrojen peroksite alternatif olarak kullanılmaya başlanan ve yeşil oksidanlar olarak ifade edilen bu oksidanlar kullanılarak yapılmış az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Bu çalışmaların bir kısmı sentetik çözeltilerden kirletici giderimine dayanmakta olup atıksu arıtımında uygulamalar sınırlıdır. Kirletici giderim verimi yüksek olan bu prosesler etkili arıtma alternatifleri olarak değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sızıntı Suyu, İleri Oksidasyon Prosesleri, Fenton, Modifiye Fenton, Membran Biyoreaktör, Sodyum Persülfat, Kalsiyum Peroksit

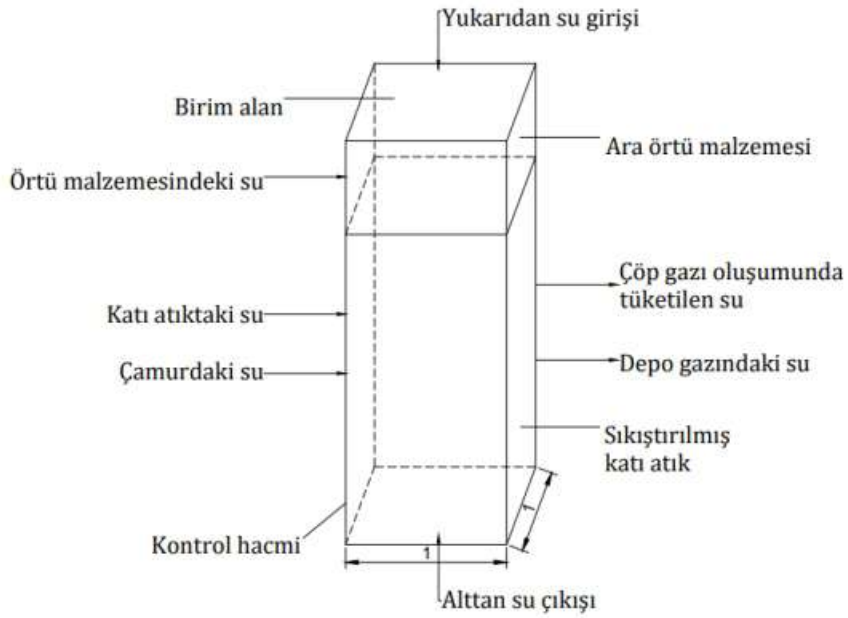
Abstract

In a sanitary landfill, leachate is formed as a result of rainwater seeping from the waste body, the release of water in the waste body due to the compression of the waste, and the biochemical decomposition of the waste. The composition of the leachate depends on many factors such as waste type, degree of compression, climatic conditions, and age of the landfill, and it characteristically has a complex structure. Due to the organic, inorganic, and toxic components it contains, leachate treatment generally requires sequential applications. Various combinations are applied especially in the treatment of mature leachate with high resistant pollutant content. Within the scope of this study, studies in which leachate was treated with Fenton and Modified Fenton processes were reviewed. The Fenton process, which is based on the formation of hydroxyl radicals as a result of the reaction of Fe^{2+} and H_2O_2, has been applied in wastewater treatment for many years. Modified Fenton processes, on the other hand, emerged as an alternative to the classical Fenton process and are processes in which different iron derivatives and oxidants are used instead of Fe^{2+} and H_2O_2. Within the scope of this review, studies using green oxidants such as sodium percarbonate and calcium peroxide and green catalysts such as Fe^{2+} and Fe^{3+} have been investigated. In recent years, these oxidants, which have been used as an alternative to hydrogen peroxide and are referred to as green oxidants, have been used in a limited number of studies. Some of these studies were based on pollutant removal from synthetic solutions and their applications in wastewater treatment were limited. These processes, which have high pollutant removal efficiency, are considered effective treatment alternatives.

Keywords: Fenton, Advanced Oxidation Processes, Calcium Peroxide, Modified Fenton, Leachate, Sodium Percarbonate

1. SIZINTI SUYU OLUŞUMU VE ÖZELLİKLERİ

Sızıntı suyu, sızan yağmur suları, atığın biyolojik olarak parçalanmasından ortaya çıkan atıksu ve aynı zamanda atığın kendi içerdiği su ile oluşmaktadır (Teng et al., 2021). Depolama sahasında atığın bozunma matrisi dört ana fazda ortaya çıkmaktadır. Bunlar; 1. Aerobik Faz, 2. Anaerobik Faz, 3. Metanojenik Faz ve 4. Stabilizasyon Fazı'dır (Luo et al., 2020). Sızıntı suyunun fazlarında KOİ, BOİ/KOİ oranı, amonyak azotu ve pH değeri yüksek oranda değişiklik göstermektedir (Gandhimathi et al., 2013). Sızıntı suyu miktarı yağış, buharlaşma, yüzey akışı, yeraltı suyu sızması ve depolama sahasındaki sıkışma ile değişkenlik göstermektedir (Luo et al., 2020). Şekil 1'de sızıntı suyu bileşenleri verilmiştir.



Şekil 1 Sızıntı suyu bileşenleri (Kamaruddin et al., 2021)

Sızıntı suyunda bulunan bileşenler dört gruba ayrılmaktadır; 1. Çözünmüş madde, 2. İnorganik bileşikler, 3. Ağır metaller ve 4. Ksenobiyotik organik bileşikler (Luo et al., 2020). Sızıntı suyu karakterizasyon olarak kompleks ve toksik olduğundan alıcı ortama deşarj edilmeden önce deşarj standartlarını yerine getirmek üzere arıtılmalıdır (Ahmed & Lan, 2012). Tablo 1' de sızıntı suyunda bulunan maddeler ve miktarları verilmiştir. Bu bileşikler ve kirleticiler ekosistem ve besin zincirleri üzerindeki birikimleri ile sucul ortamda canlı büyümesi ve halk sağlığı üzerinde zararlı ve toksik etkilere sahiptir (Luo et al., 2020).

Tablo 1 Sızıntı suyunda bulunan bileşikler ve miktarları (Luo et al., 2020)

Bileşikler	**Değerler**
COD	140-152.000 mg/L
Ağır Metal	$1{,}0 \times 10^{4} < x < 0{,}01$ mg/kg
Ksenobiyotik Organik Bileşikler	<1,0 mg/L
Makro İnorganik Bileşikler	
NH_4^+-N	50-2200 mg/L
Na^+	70-7700 mg/L
K^+	50-3700 mg/L
Ca^{2+}	10-7200 mg/L
Mg^{2+}	30-15.000 mg/L

Mn^{2+}	0,03-1400 mg/L
Fe^{2+}	3-5500 mg/L
Cl^-	150-4500 mg/L
SO_4^{2-}	8-7750 mg/L
HCO_3^-	610-7320 mg/L

Sızıntı suyu yaş bakımından bakıldığında Tablo 2'de görüldüğü üzere 3 gruba ayrılabilir (Ahmed & Lan, 2012; Luo et al., 2020).

Tablo 2 Sızıntı suyunun yaşına göre isimlendirilmesi (Luo et al., 2020)

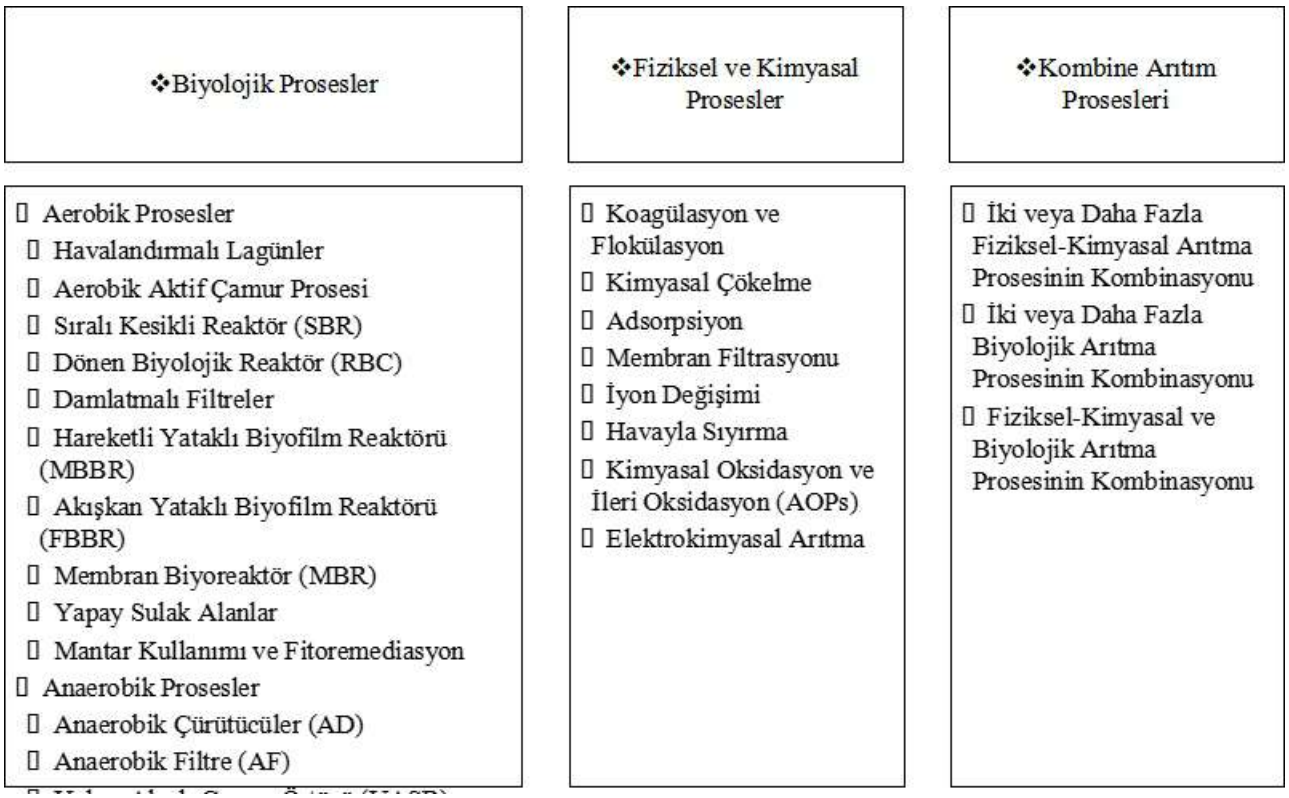
Sızıntı suyu	**Yıl**
Genç	<5
Orta yaşlı	5-10
Yaşlı	5<

Genç sızıntı suyunun pH değeri düşük ve biyolojik olarak parçalanabilirliği yüksektir (Teng et al., 2021). Biyolojik olarak parçalanabilirliğinin yüksek olması genç sızıntı sularının arıtımında biyolojik arıtma yöntemlerinin kullanılmasına olanak sağlamaktadır (Ahmed & Lan, 2012). Yaşlı sızıntı suları ise yüksek pH değerleri ve düşük biyolojik parçalanabilirliğe sahiptir (Teng et al., 2021). Bu nedenle biyolojik arıtma yöntemleri bu sular için etkili değildir (Ahmed & Lan, 2012). Sızıntı suyunun yaşı arttıkça içerisinde bulunan ağır metallerin varlığı da azalmaktadır (Teng et al., 2021). Bunun nedeni ağır metallerin çözünürlüklerinin pH değerinin artması ile azalmasıdır (Luo et al., 2020).

Yaşa bağlı olarak sızıntı suyunda BOİ/KOİ oranı zamanla azalır (Luo et al., 2020). Bu durum KOİ ile simgelenen parçalanamayan organiklerin değişmeden kalması ve BOİ ile simgelenen biyolojik parçalanabilirliğe sahip organiklerin zamanla bozunmasından kaynaklanmaktadır (Luo et al., 2020). Genç sızıntı sularında KOİ >10.000 mg/L ve BOİ/KOİ oranı 0,5 ile 1 arasındayken bu değerler yaşlı sızıntı sularında KOİ < 4000 mg/L ve BOİ/KOİ oranı < 0,1 değerlerindedir (Luo et al., 2020).

2. SIZINTI SUYU ARITMA YÖNTEMLERİ

Sızıntı suyunu arıtmak için kullanılan yöntemler üç farklı grupta değerlendirilebilir. Bu gruplar Şekil 2'de verilmiştir (Kamaruddin et al., 2021).



Şekil 2 Sızıntı suyu arıtma yöntemleri (Kamaruddin et al., 2021)

Sızıntı suyu arıtımında yaygın olarak kullanılan membran biyoreaktörler 2 ana bölümden oluşmaktadır (Luo et al., 2020; Segredo-Morales et al., 2025). 1. Atıkların biyolojik olarak parçalandığı biyoreaktör, 2. Arıtılmış suyu biyolojik katılardan ve mikroorganizmalardan ayırmak için kullanılan membran modülleri (Luo et al., 2020; Segredo-Morales et al., 2025). Günümüzde atıksu arıtma için oldukça yaygın olarak kullanılan bir teknolojidir (Segredo-Morales et al., 2025). MBR sisteminin sınırlamaları maliyet, enerji tüketimi ve düşük filtrasyon akılarıdır (Segredo-Morales et al., 2025). Membran biyoreaktörler sızıntı sularının arıtılmasında etkili olarak kullanılmaktadır (Luo et al., 2020). Konvansiyonel biyolojik atıksu arıtma sistemleriyle kıyaslandığında MBR daha efektiftir (Luo et al., 2020). Aynı zamanda nitrifikasyon ve denitrifikasyon proseslerinin de yer aldığı biyolojik arıtma proseslerini membran teknolojilerinin takip etmesi sızıntı suyu arıtma uygulamaları arasında yaygın olarak kullanılan sistemlerden biridir (Fernandes et al., 2015). Depolama yaşından bağımsız olarak %90 üzerinde BOİ ve amonyak, %75 veya daha yüksek değerlerde KOİ giderim verimlerine sahiptir (Luo et al., 2020). MBR sistemlerinin çıkışından alınan yüksek dirençli ve toksik sular, düşük oranda amonyak ve ağır metal içeriğine sahip olduğu için ileri oksidasyon prosesleri bu sular için uygun yöntemlerdir (Schwarzenbeck et al., 2004; Urtiaga et al., 2009; Zhou et al., 2016)

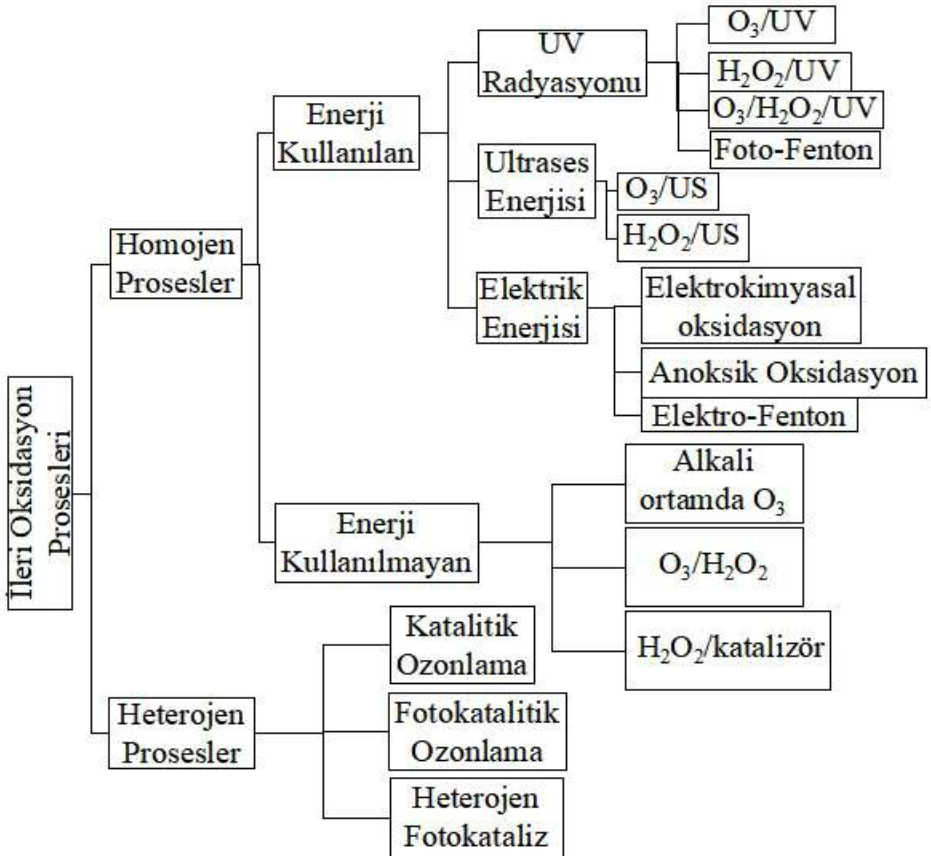
Konvansiyonel arıtım prosesleri dirençli ve toksik maddelerin giderilmesinde yeterince etkili değildir (Shokri & Fard, 2022). Aynı zamanda günümüzde atıksu arıtma tesislerinde kullanılan üçüncül arıtma sistemleri atıksuların içerisinde bulunan toksik ve dirençli maddeleri yeterli düzeyde arıtmamaktadır (Poyatos et al., 2010). Giderilemeyen bu toksik ve dirençli maddeler için ileri oksidasyon prosesleri ile giderim sağlamaktadır (Babuponnusami & Muthukumar, 2014). İleri oksidasyon prosesleri giderilmesi istenilen kirleticilerin CO_2, su ve inorganik maddelere ya da daha az zararlı ürünlere ayrışmasını sağlamak için yüksek oksitleme

kapasitesine sahip radikaller üretir (Poyatos et al., 2010). Tablo 3'te çeşitli oksidanların redoks potansiyelleri ve reaksiyonları verilmiştir.

Tablo 3 Çeşitli oksidanların redoks potansiyelleri ve reaksiyonları (Devi et al., 2016)

Oksidan	**Redoks Potansiyeli (E_0)**	**Reaksiyonlar**	**Reaktif Türler**	**Referanslar**
Permanganat	1,70 V	$MnO_4^- + 4H^+ + 3e^- \rightarrow MnO_2(s) + 2H_2O$	MnO_4^-	(Tsitonaki et al., 2010)
Ozon	1,78 V	$O_3(g) + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O + O_2$	$^{\bullet}OH, O_3$	(Lee et al., 2011)
H_2O_2	1,78 V	$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow 2H_2O$	$^{\bullet}OH, O_2^{\bullet-}$, $HO_2^{\bullet}, HO_2^-$	(Yang et al., 2016)
Persülfat	2,01 V	$S_2O_8^{2-} + 2e^- \rightarrow 2SO_4^{2-}$	$SO_4^{\bullet-}$, $^{\bullet}OH$, $S_2O_8^{2-}$	(Liang et al., 2004)
Perkarbonat	n.a.	n.a.	$^{\bullet}OH, O_2^{\bullet-}$	(Miao, Gu, Lu, Dionysiou, et al., 2015)
Kalsiyum Peroksit	n.a.	n.a.	H_2O_2, HO_2^-	(Khodaveisi et al., 2011)
Klor	1,35 V	$Cl_2(g) + 2e^- \rightarrow 2Cl^-(aq)$	Cl^-	(Yuan et al., 2011)
Oksijen	n.a.	$O_2 \xrightarrow{+e} O_2^- \xrightarrow{R^+} R + {}^1O_2$	${}^1O_2$	(Mostafa & Rosario-Ortiz, 2013)

H_2O_2, atık su sistemlerinde en yaygın kullanılan oksidandır. Hem oksidan hem de indirgeyici özelliklerine sahiptir (Devi et al., 2016). Radikal oluşum aşamaları 3 ana adımı içerir: 1. Başlatma adımı, 2. İlerleme adımları, 3. Sonuç adımı (Devi et al., 2016). Hidroksil radikali üretme esasına dayanan ileri oksidasyon prosesleri benzer ama birbirinden farklı olan birçok uygulamadan oluşmaktadır (Dewil et al., 2017). Bu uygulamalara; fotokataliz, Fenton ve Fenton benzeri prosesler, ozonlama, ultrason ve mikrodalga kullanımı gibi uygulamalar örnek verilebilir (Dewil et al., 2017). İleri oksidasyon prosesleri Şekil 3'te gösterildiği gibi çeşitlenmektedir (Poyatos et al., 2010).



Şekil 3 İleri oksidasyon prosesleri (Poyatos et al., 2010)

3. FENTON PROSESİ

Fenton prosesi H.J.H. Fenton tarafından 1894'te keşfedilmiş bir reaksiyon dizisidir (Babuponnusami & Muthukumar, 2014). Genel anlamda Fenton prosesi asidik koşullarda Fe^{+2} ile H_2O_2'in reaksiyonu sonucunda hidroksil radikali (•OH) üretimine dayanan bir prosestir (Miklos et al., 2018). Fenton prosesinin endüstriyel ve dirençli atıksuların arıtımında kullanılmasının bazı avantajları bulunmaktadır (Shokri & Fard, 2022). Bunlar; var olan arıtım proseslerine kolay olarak kombinasyonunun sağlanabilinmesi, toksik olmayan reaktifler içermesi ve ortam koşullarında çalışabilmesi gibi avantajlardır. Fakat çoğu atıksu pH'ı Fenton presesi için istenilen şartlarda olmadığından asidik koşulların sağlanması için yüksek miktarda kimyasal harcanması gerekmektedir (Shokri & Fard, 2022; M. Zhang et al., 2019). Aynı zamanda asidik şartların sağlanamaması durumunda demir iyonlarının demir hidroksit çamuruna dönüşümü gerçekleşmektedir (Shokri & Fard, 2022).

Fenton prosesinin demir ve hidrojen peroksit ile reaksiyonları sonucu hidroksil radikali oluşumu Denklem 1 ve 2'de verilmiştir (Bokare & Choi, 2014). Aynı zamanda hidroksil radikalinin organik ve inorganik substratlara karşı aktivitesi bazı rekabetçi reaksiyonları oluşturur (Bokare & Choi, 2014). Bu reaksiyonlar Denklem 3, 4 ve 5'te verilmiştir (Bokare & Choi, 2014). Aşağıda reaksiyon dizisi verilen Fenton prosesinin gerçekleşmesi dört aşamada olmaktadır (Prousek et al., 2007).

$$Fe^{+2} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{+3} + \bullet HO + OH^- \qquad k_1 = 63 - 76\, M^{-1}s^{-1} \qquad (1)$$

$$Fe^{+3} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{+2} + \bullet HO_2 + H^+ \qquad k_2 = 0{,}001 - 0{,}01\, M^{-1}s^{-1} \qquad (2)$$

$$Fe^{+2} + \bullet HO \rightarrow Fe^{+3} + OH^- \qquad k_3 = 3{,}2x10^8\, M^{-1}s^{-1} \qquad (3)$$

$$H_2O_2 + \bullet HO \rightarrow \bullet HO_2 + H_2O \qquad k_4 = 3{,}3x10^7\, M^{-1}s^{-1} \qquad (4)$$

$$\bullet HO + \bullet HO \rightarrow H_2O_2 \qquad k_5 = 6x10^9\, M^{-1}s^{-1} \qquad (5)$$

4. MODİFİYE FENTON PROSESLERİ

4.1 FOTO-FENTON

Klasik Fenton prosesinin UV ile ışınlandırılarak oluşturulan prosese foto-Fenton prosesi denmektedir (Pliego et al., 2015). Bu proseste hidrojen peroksit (H_2O_2), UV ışını ve Fe^{+2} veya Fe^{+3} iyonları kullanılmaktadır (Babuponnusami & Muthukumar, 2014). Bu proses geleneksel Fenton prosesinden daha fazla hidroksil radikali üretir ve bu şekilde organik kirleticilerin bozunma hızı artar (Babuponnusami & Muthukumar, 2014).

4.2 SONO-FENTON

Ultrases dalgasının kullanıldığı bir modifiye Fenton prosesidir (Babuponnusami & Muthukumar, 2014; Ribeiro & Nunes, 2021). Suya ultrases dalgaları uygulanması ile mikro kabarcık oluşumu meydana gelir ve bu kabarcıkların çökmesi ve patlaması ile basınç çok yüksek değerlere sıcaklık ise 1000 Kelvin'e yükselmektedir (Babuponnusami & Muthukumar, 2014; Ribeiro & Nunes, 2021). Organik bileşikler bu proseste ya pirolitik bölünme ile doğrudan ayrışır ya da piroliz ile oluşan hidroksil radikalleri ile bozunur (Babuponnusami & Muthukumar, 2014).

4.3 ELEKTRO-FENTON

Modifiye Fenton proseslerinden biri olan elektro-Fenton prosesi hidrojen peroksit (H_2O_2) ve Fe^{+2}'nin suya nasıl eklendiğine göre 4 farklı tipte ele alınmaktadır (Ribeiro & Nunes, 2021). 1. tip hidrojen peroksitin katodik indirgemeyle üretildiği Fe^{+2}'nin dışardan eklendiği proses, 2. tip H_2O_2'nin elektrokimyasal olarak, Fe^{+2}'nin ise kurban anot ile yerinde üretildiği proses, 3. tip H_2O_2 ve Fe^{+2}'nin dışardan eklendiği Fered-Fenton prosesi ve 4. tip Fe^{+2}'nin yerinde üretildiği H_2O_2 dışardan eklendiği prosestir (Babuponnusami & Muthukumar, 2014).

4.4 YEŞİL OKSİDANLARIN KULLANILDIĞI MODİFİYE FENTON PROSESLERİ

4.4.1 erkarbonat Kullanılan Prosesler

Bu proseste Fenton prosesinden farklı olarak H_2O_2 yerine sodyum perkarbonat (PC) eklenmektedir. Sodyum perkarbonat iyi düzeyde termal stabilite ve suda çözünürlüğe sahip katı formda bir oksidandır (Eslami et al., 2020; Fu et al., 2017). PC, hidrojen peroksit ile aynı görevi görür fakat karşılaştırıldığında daha ucuz ve taşınması, depolanması ve işlenmesi açısından daha güvenilirdir (Eslami et al., 2020; Fu et al., 2017; Miao, Gu, Lu, Zang, et al., 2015).

4.4.2 alsiyum Peroksit Kullanılan Prosesler

Bu proseste Fenton prosesinden farklı olarak H_2O_2 yerine kalsiyum peroksit (CaO_2) eklenmektedir. CaO_2 kararlı oluşu, taşınmasının ve depolanmasının kolay oluşu ve toksik olmaması nedeniyle en çok tercih edilen oksidanlardan biridir (Sellam et al., 2025). Kalsiyum peroksit başka bir isimle katı hidrojen peroksit olarak adlandırılmaktadır (He et al., 2024). Aynı zamanda çok işlevli ve çevre dostu bir oksidandır (He et al., 2024).

5. LİTERATÜRDEKİ İNCELENEN ÇALIŞMALAR

Tablo 4'te literatürden derlenen çalışmalara yer verilmiştir. Wang et al. (2009), tarafından yapılan çalışmada PFS ile koagüle edilmiş sızıntı suyunda KOİ giderimine bakılmış ve pH:5, Fe^{2+}/H_2O_2 oranı 1,2 ve H_2O_2 miktarı 5,4 mmol/L olacak şekilde Fenton prosesi uygulanmış ve %56 KOİ giderimi elde edilmiştir. Guo et al. (2010) H_2O_2:20 ml/L, Fe^{2+}:20 g/L koşullarında Fenton prosesi ile ham sızıntı suyundan %60,8 KOİ giderimi sağlamıştır. Atmaca (2009) elektro-Fenton prosesi ile pH:3, H_2O_2:2000 mg/L, akım :2A ve 20 dakika koşulları ile sızıntı suyundan KOİ giderim verimini %72 olarak bulmuştur. H. Zhang et al. (2005) sızıntı suyuna H_2O_2: 0,075M Fe^{2+}: 0,05M koşullarında Fenton prosesi uygulamış ve %70 KOİ giderimine ulaşmıştır.

Tablo 4 Literatürden derlenen çalışmalar

Giderilen Madde/Atıksu	Kullanılan Proses	Koşullar	Giderim Verimi	Referans
Fenol	$Fe^{2+}/H_2O_2/CaO_2$	$Fe^{2+}/H_2O_2/CaO_2$: 1/2/1 (100 mg fenol) pH: 3-11 süre:15 dk	KOİ: %95,59	(Lin et al., 2022)
Metilen Mavisi	CaO_2/Fe^{+2}	pH:3 CaO_2:3 g T:65°C 150 rpm Süre:60 dk	Metilen mavisi giderimi: %97,07	(Li et al., 2022)

Arsenit	CaO_2/Fe^{+3}	CaO_2/Fe^{+3}:1/3 pH:3-9	Arsenit giderim: %100 Arsenik giderim: %95,8	(Chen et al., 2021)
Metobromuron	Fe^{3+}/CaO_2	Fe^{3+}/CaO_2:1:1 240 dakika	KOİ: 81.7 %	(Sellam et al., 2025)
Tetrasiklin	CaO_2/PMS	CaO_2:0,1 g/L PMS:0,3 g/L	KOİ: %91	(Hou et al., 2023)
PFS ile koagüle edilmiş sızıntı suyu	Fenton	pH:5 Fe^{2+}/H_2O_2:1,2 H_2O_2:5,4 mmol/L	KOİ: %56	(Wang et al., 2009)
Sızıntı suyu	Fenton	H_2O_2:20 ml/L Fe^{2+}:20 g/L	KOİ: %60,8	(Guo et al., 2010)
Sızıntı Suyu	Elektro-Fenton	pH:3 H_2O_2:2000 mg/L Akım = 2 A 20 dakika	KOİ: %72	(Atmaca, 2009)
Sızıntı suyu	Fenton	H_2O_2: 0,075M Fe^{2+}: 0,05M	KOİ: %70	(H. Zhang et al., 2005)

6. SONUÇ

Bu çalışma kapsamında sızıntı suyunun Fenton ve yeşil oksidanların kullanıldığı modifiye Fenton prosesleri ile arıtılabilirliği incelenmiştir. Son zamanlarda hidrojen peroksite alternatif olarak kullanılan ve yeşil oksidanlar olarak adlandırılan sodyum perkarbonat ve kalsiyum peroksit ile yapılan az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların birçoğu sentetik çözeltilerde tekil kirletici giderimi üzerine yoğunlaşırken, atıksu arıtma uygulamaları sınırlı kalmıştır. İncelenen çalışmalarda atıksudan KOİ giderim verimleri sentetik atıksudan tekil madde giderimine yönelik yapılan çalışmalarda elde edilen giderim verimlerine kıyasla daha düşüktür. Kirletici giderim etkinliği yüksek olan modifiye Fenton proseslerinin gelecek dönemlerde sızıntı suyu arıtımında etkili arıtma seçenekleri olarak kullanılabileceği değerlendirilmektedir.

7. KAYNAKLAR

Ahmed, F. N., & Lan, C. Q. (2012). Treatment of landfill leachate using membrane bioreactors: A review. *Desalination*, *287*, 41–54.

Atmaca, E. (2009). Treatment of landfill leachate by using electro-Fenton method. *Journal of Hazardous Materials*, *163*(1), 109–114.

Babuponnusami, A., & Muthukumar, K. (2014). A review on Fenton and improvements to the Fenton process for wastewater treatment. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, *2*(1), 557–572.

Bokare, A. D., & Choi, W. (2014). Review of iron-free Fenton-like systems for activating H2O2 in advanced oxidation processes. *Journal of Hazardous Materials*, *275*, 121–135.

Chen, M., Chen, Z., Wu, P., & Chen, J. P. (2021). Simultaneous oxidation and removal of arsenite by Fe (III)/CaO2 Fenton-like technology. *Water Research*, *201*, 117312.

Devi, P., Das, U., & Dalai, A. K. (2016). In-situ chemical oxidation: principle and applications of peroxide and persulfate treatments in wastewater systems. *Science of the Total Environment*, *571*, 643–657.

Dewil, R., Mantzavinos, D., Poulios, I., & Rodrigo, M. A. (2017). New perspectives for advanced oxidation processes. *Journal of Environmental Management*, *195*, 93–99.

Eslami, A., Mehdipour, F., Lin, K.-Y. A., Maleksari, H. S., Mirzaei, F., & Ghanbari, F. (2020). Sono-photo activation of percarbonate for the degradation of organic dye: the effect of water matrix and identification of by-products. *Journal of Water Process Engineering*, *33*, 100998.

Fernandes, A., Pacheco, M. J., Ciríaco, L., & Lopes, A. (2015). Review on the electrochemical processes for the treatment of sanitary landfill leachates: present and future. *Applied Catalysis B: Environmental*, *176*, 183–200.

Fu, X., Gu, X., Lu, S., Sharma, V. K., Brusseau, M. L., Xue, Y., Danish, M., Fu, G. Y., Qiu, Z., & Sui, Q. (2017). Benzene oxidation by Fe (III)-activated percarbonate: matrix-constituent effects and degradation pathways. *Chemical Engineering Journal*, *309*, 22–29.

Gandhimathi, R., Durai, N. J., Nidheesh, P. V., Ramesh, S. T., & Kanmani, S. (2013). Use of combined coagulation-adsorption process as pretreatment of landfill leachate. *Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering*, *10*, 1–7.

Guo, J.-S., Abbas, A. A., Chen, Y.-P., Liu, Z.-P., Fang, F., & Chen, P. (2010). Treatment of landfill leachate using a combined stripping, Fenton, SBR, and coagulation process. *Journal of Hazardous Materials*, *178*(1–3), 699–705.

He, D., Zhu, T., Sun, M., Chen, J., Luo, H., & Li, J. (2024). Unraveling synergistic mechanisms of polyacrylamide coagulation and Fe2+/CaO2 Fenton-like oxidation to enhance sludge dewatering. *Chemical Engineering Journal*, *479*, 147576.

Hou, Z., Wang, W., Dong, N., Chen, P., Ge, L., Tan, F., Wang, X., Qiao, X., & Wong, P. K. (2023). A dual-oxidant advanced oxidation process system containing CaO2 and peroxymonosulfate for organic pollutant degradation: High adaptability and synergistic effect. *Separation and Purification Technology*, *308*, 122909.

Kamaruddin, M. A., Norashiddin, F. A., Hanif, M. H. M., Shadi, A. M. H., Yusoff, M. S., Wang, L. K., & Wang, M.-H. S. (2021). Characterization and Measurement of Solid Waste. *Solid Waste Engineering and Management: Volume 1*, 209–295.

Khodaveisi, J., Banejad, H., Afkhami, A., Olyaie, E., Lashgari, S., & Dashti, R. (2011). Synthesis of calcium peroxide nanoparticles as an innovative reagent for in situ chemical oxidation. *Journal of Hazardous Materials*, *192*(3), 1437–1440.

Lee, H., Lee, E., Lee, C.-H., & Lee, K. (2011). Degradation of chlorotetracycline and bacterial disinfection in livestock wastewater by ozone-based advanced oxidation. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, *17*(3), 468–473.

Li, F., Choong, T. S. Y., Soltani, S., Abdullah, L. C., Jamil, M., & Ain, S. N. (2022). Kinetic Study of Fenton-Like Degradation of Methylene Blue in Aqueous Solution Using Calcium Peroxide. *Pertanika Journal of Science & Technology*, *30*(2).

Liang, C., Bruell, C. J., Marley, M. C., & Sperry, K. L. (2004). Persulfate oxidation for in situ remediation of TCE. I. Activated by ferrous ion with and without a persulfate–thiosulfate redox couple. *Chemosphere*, *55*(9), 1213–1223.

Lin, Y., Dai, Y., Zhang, L., & Wu, Q. (2022). Efficient degradation of phenol in aqueous solution by Fe2+/H2O2/CaO2 system. *Environmental Technology & Innovation*, *27*, 102320.

Luo, H., Zeng, Y., Cheng, Y., He, D., & Pan, X. (2020). Recent advances in municipal landfill leachate: A review focusing on its characteristics, treatment, and toxicity assessment. *Science of the Total Environment*, *703*, 135468.

Miao, Z., Gu, X., Lu, S., Dionysiou, D. D., Al-Abed, S. R., Zang, X., Wu, X., Qiu, Z., Sui, Q., & Danish, M. (2015). Mechanism of PCE oxidation by percarbonate in a chelated Fe (II)-based catalyzed system. *Chemical Engineering Journal*, *275*, 53–62.

Miao, Z., Gu, X., Lu, S., Zang, X., Wu, X., Xu, M., Ndong, L. B. B., Qiu, Z., Sui, Q., & Fu, G. Y. (2015). Perchloroethylene (PCE) oxidation by percarbonate in Fe2+-catalyzed aqueous solution: PCE performance and its removal mechanism. *Chemosphere*, *119*, 1120–1125.

Miklos, D. B., Remy, C., Jekel, M., Linden, K. G., Drewes, J. E., & Hübner, U. (2018). Evaluation of advanced oxidation processes for water and wastewater treatment–A critical review. *Water Research*, *139*, 118–131.

Mostafa, S., & Rosario-Ortiz, F. L. (2013). Singlet oxygen formation from wastewater organic matter. *Environmental Science & Technology*, *47*(15), 8179–8186.

Pliego, G., Zazo, J. A., Garcia-Muñoz, P., Munoz, M., Casas, J. A., & Rodriguez, J. J. (2015). Trends in the intensification of the Fenton process for wastewater treatment: an overview. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, *45*(24), 2611–2692.

Poyatos, J. M., Muñio, M. M., Almecija, M. C., Torres, J. C., Hontoria, E., & Osorio, F. (2010). Advanced oxidation processes for wastewater treatment: state of the art. *Water, Air, and Soil Pollution*, *205*, 187–204.

Prousek, J., Palacková, E., Priesolová, S., Marková, L., & Alevová, A. (2007). Fenton-and Fenton-Like AOPs for Wastewater Treatment: From Laboratory-To-Plant-Scale Application. *Separation Science and Technology*, *42*(7), 1505–1520.

Ribeiro, J. P., & Nunes, M. I. (2021). Recent trends and developments in Fenton processes for industrial wastewater treatment–A critical review. *Environmental Research*, *197*, 110957.

Schwarzenbeck, N., Leonhard, K., & Wilderer, P. A. (2004). Treatment of landfill leachate-high tech or low tech? A case study. *Water Science and Technology*, *48*(11–12), 277–284.

Segredo-Morales, E., González, E., & Díaz, O. (2025). A brief review of dynamic membrane bioreactors for wastewater treatment: Research status and development trends. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*.

Sellam, B., Seraghni, N., Bouaziz, C., Belaidi, S., Debbache, N., & Sehili, T. (2025). Enhanced degradation of the herbicide metobromuron using calcium peroxide-based Fenton-like (Fe3+/CaO2) and photo-Fenton-like (Fe3+/CaO2/UVA) processes. *Journal of Water Process Engineering*, *71*, 107307.

Shokri, A., & Fard, M. S. (2022). A critical review in Fenton-like approach for the removal of pollutants in the aqueous environment. *Environmental Challenges*, *7*, 100534.

Teng, C., Zhou, K., Peng, C., & Chen, W. (2021). Characterization and treatment of landfill leachate: A review. *Water Research*, *203*, 117525.

Tsitonaki, A., Petri, B., Crimi, M., Mosbaek, H., Siegrist, R. L., & Bjerg, P. L. (2010). In situ chemical oxidation of contaminated soil and groundwater using persulfate: a review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, *40*(1), 55–91.

Urtiaga, A., Rueda, A., Anglada, A., & Ortiz, I. (2009). Integrated treatment of landfill leachates including electrooxidation at pilot plant scale. *Journal of Hazardous Materials*, *166*(2–3), 1530–1534.

Wang, X., Chen, S., Gu, X., & Wang, K. (2009). Pilot study on the advanced treatment of landfill leachate using a combined coagulation, fenton oxidation and biological aerated filter process. *Waste Management*, *29*(4), 1354–1358.

Yang, Y., Pignatello, J. J., Ma, J., & Mitch, W. A. (2016). Effect of matrix components on UV/H2O2 and UV/S2O82− advanced oxidation processes for trace organic degradation in reverse osmosis brines from municipal wastewater reuse facilities. *Water Research*, *89*, 192–200.

Yuan, R., Ramjaun, S. N., Wang, Z., & Liu, J. (2011). Effects of chloride ion on degradation of Acid Orange 7 by sulfate radical-based advanced oxidation process: implications for formation of chlorinated aromatic compounds. *Journal of Hazardous Materials*, *196*, 173–179.

Zhang, H., Choi, H. J., & Huang, C.-P. (2005). Optimization of Fenton process for the treatment of landfill leachate. *Journal of Hazardous Materials*, *125*(1–3), 166–174.

Zhang, M., Dong, H., Zhao, L., Wang, D., & Meng, D. (2019). A review on Fenton process for organic wastewater treatment based on optimization perspective. *Science of the Total Environment*, *670*, 110–121.

Zhou, B., Yu, Z., Wei, Q., Long, H., Xie, Y., & Wang, Y. (2016). Electrochemical oxidation of biological pretreated and membrane separated landfill leachate concentrates on boron doped diamond anode. *Applied Surface Science*, *377*, 406–415.

APILARNIL
APİLARNİL

Kübra GÖNÜLLÜ[1*], Merve KESKİN[2]

[1]Uzman Diyetisyen (Doktora Öğrencisi), Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Biyoteknoloji, https://orcid.org/0000-0001-9726-283X

[2]Doçent, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Biyokimya, https://orcid.org/0000-0001-9365-334X

Özet

Yaşanan küresel pandemi sonrası, bağışıklık sistemini güçlendirmek amacıyla doğal ürünlere olan ilgi artmıştır. Arı ürünleri, içerdikleri biyoaktif bileşenler sayesinde eski çağlardan beri hem beslenmenin bir parçası olarak hem de geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bal, polen, arı sütü, propolis ve arı ekmeği yaygın olarak bilinen arı ürünlerine örnektir. Son yıllarda kullanımı giderek yaygınlaşan önemli bir diğer arı ürünü ise apilarnildir (erkek arı larvası). Apilarnil, erkek arı larvalarının larva aşamasının 7. gününde (petek gözlerinin kapatılmasından önce) hasat edilen doğal bir üründür. Sarımsı gri renkte, ekşi tada sahip, homojen ve arı sütüne benzer bir yapısı bulunmaktadır. Genel olarak apilarnil; %25-35 kuru madde, %9-12 protein, %6-10 karbonhidrat, %5-8 lipid, %2 kül ve %3 oranında diğer bileşenleri içermektedir. Apilarnil yapı ve içerik bakımından arı sütüne benzese de, içerdiği östrojen (estradiol) ve testosteron hormonları sayesinde arı sütünden belirgin şekilde ayrılmaktadır. Ayrıca apilarnil; mangan, demir, indirgen şekerler ile tirozin, prolin ve lösin gibi aminoasitleri, arı sütüne kıyasla daha yüksek düzeyde içermektedir. Arı sütünde bulunmayan ellagik asit ve ferulik asit de apilarnilin içeriğinde yer almaktadır. Yapılan araştırmalar, apilarnilin kas kütlesini artırıcı özelliğe sahip olduğunu göstermektedir. Bu etkinin, içerdiği esansiyel aminoasitler ve yüksek protein miktarıyla ilişkili olduğu ifade edilmektedir. Ayrıca apilarnil; içeriğindeki bileşenler sayesinde antioksidan, nöroprotektif, anti-apoptotik, anti-enflamatuar ve androjenik etkiler de göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Apilarnil, aminoasit, protein

Abstract

By the global pandemic, interest in natural products to strengthen the immune system has increased. Bee products, due to their bioactive compounds, have been widely used since ancient times as part of nutrition and in traditional and complementary medicine practices. Honey, pollen, royal jelly, propolis, and bee bread are the most known bee products. In recent years, another important bee product that has gained popularity is apilarnil (drone larva). Apilarnil is a natural product harvested on the 7th day of the larval stage of drone bees (before the capping of the honeycomb cells). It has a yellowish-gray color, a sour taste, a homogeneous structure, and a texture similar to royal jelly. In general, apilarnil contains 25–35% dry matter, 9–12% protein, 6–10% carbohydrates, 5–8% lipids, 2% ash, and 3% other components. Although apilarnil is structurally and compositionally similar to royal jelly, it differs significantly due to the presence of estrogen (estradiol) and testosterone hormones. Additionally, it contains higher levels of manganese, iron, reducing sugars, tyrosine, proline, and leucine compared to royal

jelly. Moreover, apilarnil includes ellagic acid and ferulic acid, which are not found in royal jelly. Studies have shown that apilarnil has muscle mass-enhancing properties. This effect is associated with its content of essential amino acids and high protein levels. Furthermore, apilarnil exhibits antioxidant, neuroprotective, anti-apoptotic, anti-inflammatory, and androgenic effects due to its bioactive components.

Keywords: Apilarnil, amino acid, protein

1. GİRİŞ

Günümüzde beslenme faaliyetlerine çok yönlü yaklaşmakta ve bazı hastalıkları önlemek ve tedavi etmek amacı ile beslenme alışkanlıklarını değiştirmektedir. Buna bağlı olarak yaşam şartlarının değişimi ile beyin fonksiyonlarının uzun vadede korunmasının önemi de artmış ve koruyucu önlemlerin alınması önem kazanmıştır (Gómez-Pinilla, 2023). Arı ürünleri sahip oldukları özellikler ile son yıllarda koruyucu beslenme ve tamamlayıcı tıp uygulamalarında dikkat çekmektedir.

Arı zehri, bal, polen, arı ekmeği ve propolis bağışıklığın güçlenmesi ve hastalıkların tedavisi amacıyla kullanılan apiterapi ürünleridir. Farklı içerik ve farklı besleyici değere sahip olan bu ürünlerin hem tedavi edici hem de koruyucu etkileri olduğu ifade edilmketedir (Metin ve Koçyiğit, 2023). Arı ürünlerinin anti-kanser, antimikrobiyal, anti-enflamatuar ve antiseptik özellikleri ile son dönemde yaygın olarak kullanılmaktadır (Premratanachai & Chanchao, 2014; Stanhope vd., 2017).

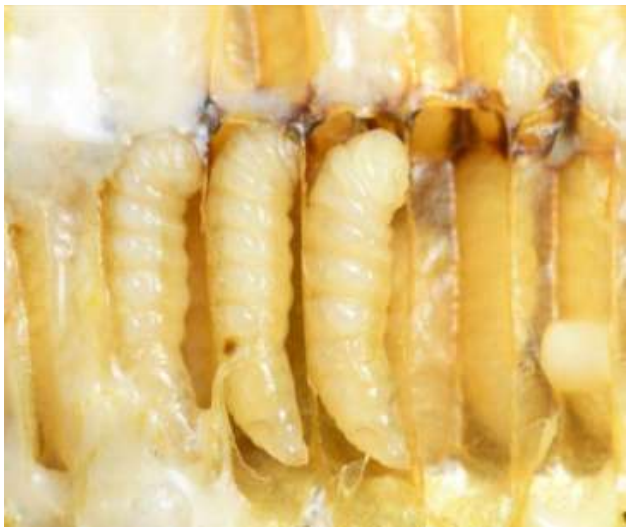
Arılar, bitkilerin farklı bölgelerinden, nektarlarından ya da bitki özsuyuyla beslenen böceklerin salgılarından topladıkları maddeleri kendi enzimleriyle işleyerek ve su içeriğini azaltarak bala dönüştürürler. Bal, halk arasında özellikle enfeksiyonların hafifletilmesi ve soğuk algınlığı gibi rahatsızlıkların giderilmesi amacıyla uzun yıllardır kullanılmaktadır (Stanhope vd., 2017). Arıların bitki tomurcuklarından ya da kabuklarından topladığı reçineli ve yapışkan yapıya sahip maddelere ise propolis adı verilir (Çevrimli & Sakarya, 2018). İşçi arıların, larvaları ve kraliçe arıyı beslemek üzere baş kısımlarındaki salgı bezlerinden ürettikleri açık renkli ve yoğun kıvamlı maddeye arı sütü denilmektedir (Bogdanov, 2004). Polenin kovanda fermentasyona uğraması sonucu elde edilen ürün ise arı ekmeği olarak bilinir. Polen, arılar tarafından çiçeklerden toplanarak kovana taşınır ve burada diğer arılar tarafından sindirim enzimleri ile birlikte bir miktar nektar ilave edilerek işlenir (Bogdanov, 2011).

İşçi arılar tarafından zehir bezlerinde sentezlenen ve zehir torbasında biriktirilen, içinde melittin adlı farmakolojik açıdan etkili bir polipeptit bulunan maddeye arı zehiri adı verilir (Bogdanov, 2009). Arı zehiri, ağırlıklı olarak apiterapi uygulamalarında kullanılmaktadır.



Şekil 1. Bal arıları *(Apis mellifera)* ve petek yapısı (https://www.egricayir.com/tr/blog-detay/kralice-ari-hakkinda-her-sey-kralice-arinin-ozellikleri)

Tıbbi öneme sahip fakat yaygın olmayan bir başka arı ürünü ise apilarnildir. Apilarnil son yıllarda kullanılmaya başlanılan bir arı ürünüdür. Ünlü Rumen arıcı Bay Nicolae Iliesiu tarafından keşfedilmiştir. "Apilarnil" kelimesi Latince olan 'api'; arı, 'lar'; larvae, 'nil' ise bilim adamının isminden esinlenilmiştir (El-Didamony vd., 2024). Üremeden sorumlu erkek arı larvaları kovan içerisinde değerlendirilmeyip, arıcılar tarafından çıkarılarak imha edilmektedir (El-Didamony vd., 2024). Apilarnil 3 ila 7 günlük drone larvalarının bulunduğu hücrelerin çıkarılmasıyla elde edilir. Elde edilen arı larvaları uygun koşullarda toplanarak liyofilize edilerek kurutulur (Akçiçek & Yücel, 2015). Apilarnil'in biyolojik değerinin yüksek olması, hem larva dokularında hem de yumurta yapısında bulunan çeşitli yararlı bileşiklerden kaynaklanmaktadır (Sawczuk vd., 2018). Yapılan çalışmalara göre apilarnil; yaklaşık %25-35 oranında kuru madde, %9-12 protein, %6-10 karbonhidrat, %5-8 yağ, %2 kül ve %3 oranında kimyasal yapısı henüz tanımlanmamış bileşenler içermektedir (Açikgöz & Yücel, 2016). Yücel ve Kösoğlu (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, apilarnilde en fazla bulunan amino asidin 100 gramda 7198 mg ile lizin olduğu, en düşük oranda bulunanın ise 500 mg ile metiyonin olduğu bildirilmiştir (Yücel & Kösoğlui 2015). Apilarnilde çeşitli mineraller, A vitamini, B1, B2 ve B6 vitaminleri, beta-karoten, ksantofil ve kolin de bulunmaktadır (Bolatovna vd., 2015). Arı sütü homojen bir yapıda, sütlü, sarımsı gri renkte ve acı bir tada sahiptir. Apilarnilin kimyasal ve biyolojik bileşimi; larvaların toplanma zamanı, yaşları, bulunduğu bölgenin coğrafi koşulları ve çevredeki bitki örtüsüne bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir (Metin & Koçyiğit, 2023). Anabolik uyarıcı, antiviral, bağışıklık sistemi güçlendirici ve iştahı, canlılığı, vücut enerjisini ve rejeneratif gücü artırma gibi birçok biyolojik işlevi vardır (Iliescu, 1993).



Şekil 2: Drone (erkek arı) larvalarının petek içindeki görünümü Kayralı Arıcılık Çiftliği. (t.y.). Apilarnil (Erkek Arı Larvası) (https://www.kayralariciftligi.com/blog-detay/apilarnil-erkek-ari-larvasi)

Apilarnil, ayrıca üreme fonksiyonları üzerinde olumlu etkiler göstermektedir (Bolatovna vd., 2015; Altan vd., 2013; Yücel vd., 2011). Apilarnil, yüksek düzeyde androjenik hormonlar içermesiyle dikkat çeker ve spermatogenez üzerinde uyarıcı etki gösterebilir. Bu özelliği sayesinde, androjenik ve anabolik etkileri bakımından cinsel gelişimi destekleyici doğal bir seçenek olarak değerlendirilmektedir (Iliescu, 1993). Bolatovna ve çalışma arkadaşlarının (2015) yürüttüğü bir araştırmada, genç domuzlara enjeksiyon yoluyla uygulanan apilarnilin, seminal bez ağırlığında artışa, germ hücrelerinin yoğunluğunda yükselmeye ve sperm hareketliliğinde iyileşmeye yol açtığı belirlenmiştir. Öte yandan, Altan vd. (2013) tarafından yapılan bir başka çalışmada, apilarnilin erkek civcivlerde erken dönemde cinsel olgunluğu

teşvik ettiği rapor edilmiştir. Apilarnil, erkeklerde spermatogenezi uyardığı yapılan çalışmalarda ifade edilmektedir (Tunca, Taşkın ve Karadavut, 2015). Apilarnil doğal bir ürün olması, androjenik ve anabolik fayda sağlaması amacı ile ilaç ve kimyasallara doğal bir alternatif kaynak olma potansiyeline sahiptir (Metin & Koçyiğit, 2023). Literatürde apilarnilin büyüme ve cinsel gelişim üzerinde etkilerini belirlemek amacı ile bireylerde yeterli çalışma yapılmadığı ifade edilmektedir (Mărgăoan vd., 2017). Piliçler üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada, apilarnil verilen grupta yemden yararlanma oranının kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, erkek bireylerde ibik uzunluğu ve sakal gelişimi gibi ikincil cinsiyet özelliklerinde de apilarnil uygulamasının belirgin etkiler oluşturduğu ifade edilmiştir. Bu bulgular, apilarnilin androjenik özellik taşıdığını desteklemektedir (Mărgăoan vd., 2017). Bir başka çalışmada ise kan şekeri ve kolesterol düzeyleri için, erkek ve dişi piliçlere yüksek ve düşük doz apilarnil verilmiş, yüksek doz apilarnil verilen piliçlerde kan şekeri ve kolesterol düzeylerinin düşük olduğu gözlemlenmiştir (Çelik & Aşgün, 2014). Yaban domuzları ile yapılan bir çalışmada ise apilarnil verilen domuzların cinsel bozuklukları düzenlediği, damızlıkların sperm üretkenliklerinin arttığı ve domuzlarda doğurganlığın yaklaşık %75 oranında arttığı gözlenmiştir. Apilarnilin, organizmada enerji üretimini destekleyen katabolik etkiler gösterdiği de ifade edilmektedir (Akçiçek & Yücel, 2015). Yapılan bazı deneysel çalışmalar, bu maddenin sıçan modellerinde oksidatif stresin azaltılmasında ve karaciğer dokusunun korunmasında olumlu sonuçlar doğurabileceğini ortaya koymuştur (Doğanyiğit vd., 2020). İçeriğinde bulunan fenolik bileşikler sayesinde apilarnilin belirgin antioksidan ve serbest radikal temizleyici özellikler sergilediği gösterilmiştir (Silici, 2019). Araştırmalarda toplam fenolik madde miktarının 834,05 mg GAE/100 g, antioksidan kapasitesinin ise 90,91 mg AAE/g düzeyinde olduğu belirtilmiştir. Erkek arı larvalarının (apilarnil) antiradikal aktivite inhibisyon oranı ise %81,61 olarak ölçülmüştür (Silici, 2019). Apilarnilin bu güçlü antioksidan etkisinin, bünyesindeki zengin polifenol içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Sawczuk vd., 2019). Bunun yanında, arıların kendileri birçok kültürde, özellikle Asya, Güney Amerika, Çin, Tayland, Myanmar, Endonezya, Avustralya ve Afrika'nın bazı bölgelerinde doğrudan besin olarak da tüketilmektedir (Martin, 2014). Apilarnil, sindirim sistemi sorunları, yaşlılarda üst solunum yolu rahatsızlıkları, cilt ve göz tedavisinde kullanıldığı, mental rahatsızlıklarda etkili olduğu literatürde ifade edilmektedir (Açıkgöz & Yücel, 2016). Kadınlarda ise menstrüel rahatsızlıklar, menopoza bağlı sorunlar, meme ve rahim kanseri tedavisi ve sonrasında apilarnil kullanımının olumlu etkileri olduğu vurgulanmaktadır (Rumpold & Schluter, 2013). Sporcularda besin takviyesi olarak kas gelişimine katkı sağladığı, stresin kontrol altına alınmasında ve bilişsel performansın artırılmasında etkili olduğu da rapor edilmiştir (Topal vd., 2018). Tamamlayıcı tıp uygulamaları ve çocuklarda yetersiz beslenmede de kullanıldığı ifade edilmektedir (Sidor vd., 2020). Bu yönüyle apilarnil, özellikle yetersiz beslenme sorunlarının giderilmesinde potansiyel taşıyan doğal bir kaynak olarak öne çıkmaktadır (Van vd., 2015). Literatürde, apilarnilin; sindirim sistemi rahatsızlıkları, solunum yolu enfeksiyonları, baş dönmesi, göz hastalıkları, diş ağrıları, kas yorgunluğu, yara ve yanık tedavisi ile erkek infertilitesinin desteklenmesinde olumlu etkiler gösterdiği raporlanmıştır (Meda vd., 2004). Ayrıca, arı sütü üretimi esnasında doğal olarak kovandan uzaklaştırılan ve genellikle atılan ana arı larvaları da, apilarnil üretiminde hammadde olarak değerlendirilebilmektedir (Erdem & Özkök, 2018). Romanya'da apilarnil, ana arı larvası ve arı sütüne ait bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada ana arı larvaları, apilarnil ve arı sütünden besin değeri olarak daha iyi olduğu ifade edilmiştir (Erdem & Özkök, 2018)

2. SONUÇ

Apilarnil, besin değeri yüksek; protein, esansiyel aminoasitler, vitaminler ve hormonal olarak insan sağlığı açısından önemli bir potansiyele sahiptir (Altan vd., 2013).Yapılan çalışmalarda in vivo ve in vitro olarak apilarnilin bağışıklık sistemi ve hormonal dengeyi desteklediği, üreme sağlığı üzerinde olumlu olduğu ifade edilmiştir. (Bolatovna vd., 2015). Kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde büyüme performansı etkileri ile davranışsal gelişimi desteklemesi ile apilarnilin yem katkı maddesi olarak kullanım potansiyeli olduğu ifade edilmiştir (Yücel vd., 2011). Ancak Apilarnil daha güvenli ve etkili kullanım için ileri düzey toksikolojik analizler, dozaj çalışmaları ve klinik araştırmalara da ihtiyaç duyulmaktadır (Altan vd., 2013). Apilarnilin sağlık alanında fonksiyonel bir ürün olarak değerlendirilebilmesi için bilimsel temelli uygulamaların geliştirilmesi ve arttırılması önem arz etmektedir (Bolatovna vd., 2015).

3. KAYNAKLAR

Akçiçek, E., & Yücel, B. (2015). Arı Ürünleri ve Sağlık: Apiterapi. Ü Yayınları.

Altan, Ö., Yücel, B., Açikgöz, Z., Şeremet, Ç., Kösoğlu, M., Turgan, N., & Özgönül, A. M. (2013). Apilarnil reduces fear and advances sexual development in male broilers but has no effect on growth. British Poultry Science, 54(3), 355-361.

Açikgöz, Z., & Yücel, B. (2016). Using facilities of apilarnil (bee drone larvae) in poultry nutrition. Godina LXI Broj, 66, 12.

Bogdanov, S. (2004). Quality and standards of pollen and beeswax. Apiacta, 38, 334-341.

Bogdanov, S. (2009). Beeswax: Uses and Trade. The Beeswax Book, 1–16.

Bogdanov, S. (2011). Pollen: Nutrition, functional properties, health: A review. Bee Product Science, 1, 1–34.

Bolatovna, K. S., Omirzak, T., Akhanov, U. K., Rustenov, A., & Eleuqalieva, N. (2015). Improving reproductive qualities of pigs using the drone brood homogenate. Biology and Medicine, 7(2), BM-091.

Çelik, K., & Aşgün, H. F. (2014). Apiterapi El Kitabı. AB Projesi.

Çevrimli, M. B., & Sakarya, E. Türkiye Arıcılık Sektöründe Mevcut Durum, Sorunlar ve Çözüm.

Doğanyiğit, Z., Okan, A., Kaymak, E., Pandır, D., & Silici, S. (2020). Apilarnilin TLR 4/HMGB-1/NF-κB yoluyla sıçanlarda lipopolisakkarit kaynaklı karaciğer hasarına karşı koruyucu etkilerinin araştırılması. Biyotıp ve Farmakoterapi, 125, 109967.

Eğriçayır. (t.y.). Kraliçe arı hakkında her şey: Kraliçe arının özellikleri. https://www.egricayir.com/tr/blog-detay/kralice-ari-hakkinda-her-sey-kralice-arinin-ozellikleri

Erdem, B., & Özkök, A. (2018). Can food supplement produced from apilarnil be an alternative to testosterone replacement therapy? Hacettepe Journal of Biology and Chemistry, 45(4), 635–638.

Gómez-Pinilla, F. (2008). Brain foods: The effects of nutrients on brain function. Nature Reviews Neuroscience, 9(7), 568–578.

Iliescu, V. N. (1993). Preparation based on medicinal plants, bee product, apilarnil and pollen. Romanian Apicola, 1(8).

Kayralı Arıcılık Çiftliği. (t.y.). Apilarnil (Erkek Arı Larvası). https://www.kayralariciftligi.com/blog-detay/apilarnil-erkek-ari-larvasi

Martın, D. (2014). Edible: An Adventure Into the World of Eating Insects and the Last Great Hope to Save the Planet. New Harvest.

Mărgăoan, R., Mărghıtaş, L. A., Dezmırean, D. S., Bobiş, O., Bonta, V., Cătană, C., Mureşan, C. I., & Margın, M. G. (2017). Comparative study on quality parameters of royal jelly, apilarnil and queen bee larvae triturate. Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science & Biotechnologies, 74(1), 51–58.

Meda, A., Lamien, C. E., Millogo, J., Romito, M., & Nacoulma, O. G. (2004). Therapeutic uses of honey and honeybee larvae in central Burkina Faso. Journal of Ethnopharmacology, 95(1), 103–107.

Premratanachai, P., & Chanchao, C. (2014). Review of the anticancer activities of bee products. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 4(5), 337–344. https://doi.org/10.12980/APJTB.4.2014C1262

Reddy, M. M., Mahipal, S. V., Subhashini, J., Reddy, M. C., Roy, K. R., Reddy, G. V., et al. (2006). Bacterial lipopolysaccharide-induced oxidative stress in the impairment of steroidogenesis and spermatogenesis in rats. Reproductive Toxicology, 22, 493–500. https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2006.03.003

Rumpold, B. A., & Schluter, O. K. (2013). Nutritional composition and safety aspects of edible insects. Molecular Nutrition & Food Research, 57(5), 802–823.

Sidor, E., & Dżugan, M. (2020). Drone brood homogenate as natural remedy for treating health care problem: A scientific and practical approach. Molecules, 25(23), 5699.

Silici, S. (2019). Chemical content and bioactive properties of drone larvae (Apilarnil). Mellifera, 19(2), 14–22.

Stanhope, J., Carver, S., & Weinstein, P. Health outcomes of beekeeping: A systematic review. Journal of Apicultural Research, 20.

Sawczuk, R., Karpinska, J., & Miltyk, W. (2018). What do we know and what we would like to know about drone homogenate. Journal of Ethnopharmacology, 245, 111581. https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.10.042

Topal, E., Strant, M., Yücel, B., Kösoğlu, M., Margaoan, R., & Dayıoğlu, M. (2018). Ana ve erkek arı larvalarının biyokimyasal özellikleri ve apiterapötik kullanımı. Hayvansal Üretim, 59(2), 77–82.

Tunca, R. İ., Taşkin, A., & Karadavut, U. (2015). Determination of bee products consumption habits and awareness level in some provinces in Turkey. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 3(7), 556–561.

Van Huis, A., Dicke, M., & Van Loon, J. J. A. (2015). Insects to feed the world. Journal of Insects as Food and Feed, 1(1), 3–5.

Yucel, B., Acikgoz, Z., Bayraktar, H., & Seremet, C. (2011). Apilarnil (drone bee larvaları) uygulamasının erkek piliçlerin büyüme performansı ve sekonder cinsiyet özellikleri üzerindeki etkileri. Journal of Animal and Veterinary Advances, 10(17), 2263–2266.

Yücel, B., & Kösoğlu, M. (2015). Apiterapide apilarnil. In F. Akçiçek & B. Yücel (Eds.), Arı Ürünleri ve Sağlık (Apiterapi) (s. 256). Sidas Yayıncılık.

GREEN SYNTHESIS OF LIQUORICE-BASED SILVER NANOPARTICLES
MEYAN KÖKÜ TEMELLİ GÜMÜŞ NANOPARTİKÜLLERİN YEŞİL SENTEZİ

Kübra GÖNÜLLÜ[1*], Merve KESKİN[2]

[1]Uzman Diyetisyen (Doktora Öğrencisi), Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Biyoteknoloji, , https://orcid.org/0000-0001-9726-283X

[2]Doçent, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Biyokimya, https://orcid.org/0000-0001-9365-334X

Özet

Nanobilim, son zamanlarda disiplinler arası bir alan olarak ortaya çıkan yeni bir bilim dalıdır. Nanoteknoloji ise nanobilim çatısı altında yer alan multidisipliner bir bilim dalı olarak öne çıkmaktadır. Nanoteknoloji kapsamında, nanometre boyutunda altın, gümüş, çinko gibi metalik partiküllerin elde edilmesi mümkündür. Gümüş nanopartiküller (AgNPs), sahip oldukları yüksek yüzey/hacim oranı ve antimikrobiyal aktiviteleri sayesinde tarım, elektronik, tıp, gıda ve çevre gibi birçok alanda geniş uygulama alanı bulmaktadır. Gümüş nanopartiküller, genellikle kimyasal ve fiziksel yöntemler kullanılarak sentezlenmektedir. Ancak bu yöntemler, toksik kimyasalların kullanımı ve zararlı yan ürünlerin açığa çıkması nedeniyle çevre açısından risk taşımaktadır. Bu nedenle, kimyasal ve fiziksel sentez tekniklerine alternatif olarak çevre dostu, biyouyumlu ve kolay üretim süreçlerine sahip yeşil (biyolojik) sentez yöntemi geliştirilmiştir. Yeşil sentez tekniğinde; bitkiler, mantarlar ve bakteriler elektron vericisi olarak kullanılmaktadır. Bu sayede çevre dostu ve ekonomik bir şekilde gümüş nanopartiküllerin sentezi mümkün olmaktadır. Bu çalışmada, baklagiller ailesinden çok yıllık bir bitki olan meyan (*Glycyrrhiza glabra*) kökleri kullanılarak gümüş nanopartiküller sentezlenmiş ve sentezlenen bu nanopartiküllerin optik özellikleri UV-spektrofotometre ile belirlenmiştir. Bu amaçla ticari olarak temin edilen meyan kökleri öğütülmüş ve maserasyon tekniği kullanılarak saf su ile ekstrakte edilmiştir. Elde edilen ekstrakt, 1:1 (v/v) oranında 0,001 M $AgNO_3$ çözeltisi ile belirli koşullar altında karıştırılmış ve renk değişimi gözlemlenmiştir. Yaklaşık 2 saat sonunda UV spektrum alınmış ve sentezlenen nanopartiküllerin 420 nm dalga boyunda maksimum absorbans verdiği tespit edilmiştir. Yapılacak olan farklı analizlerle bu nanopartiküller karakterize edilecek, karakterizasyonun ardından ise elde edilen nanopartiküllerin farklı alanlardaki kullanım potansiyelleri tespit edilecektir.

Anahtar kelimeler: yeşil sentez, antimikrobiyal aktivite, sürdürülebilir çevre

Abstract

Nanoscience has recently emerged as a new interdisciplinary scientific field. Nanotechnology, on the other hand, is a multidisciplinary branch of science that is a part of nanoscience. Within the scope of nanotechnology, it is possible to obtain metallic particles such as gold, silver, and zinc at the nanometer scale. Silver nanoparticles (AgNPs), due to their high surface-to-volume ratio and antimicrobial activity, have found a wide range of applications in areas such as agriculture, electronics, medicine, food, and the environment. Silver nanoparticles are generally

synthesized using chemical and physical methods. However, these methods have environmental risks due to the use of toxic chemicals and the release of harmful by-products. Therefore, as an alternative to chemical and physical synthesis methods, an environmentally friendly, biocompatible, and easy-to-produce green (biological) synthesis method has been developed. In green synthesis, plants, fungi, and bacteria are used as electron donors. In this way, silver nanoparticles could be synthesized in an eco-friendly and economical manner. In this study, silver nanoparticles were synthesized using the roots of licorice (*Glycyrrhiza glabra*), a perennial plant from the legume family, and the optical properties of the synthesized nanoparticles were determined using a UV-spectrophotometer. For this purpose, commercially obtained licorice roots were ground and extracted with distilled water using the maceration technique. The obtained extract was mixed with 0.001 M $AgNO_3$ solution in a 1:1 (v/v) ratio under specific conditions, and a color change was observed. After approximately two hours, UV spectra were recorded, and it was determined that the synthesized nanoparticles exhibited maximum absorbance at 420 nm. Further analyses will be conducted to characterize these nanoparticles, and following characterization, the potential applications of the obtained nanoparticles in various fields will be evaluated.

Keywords: green synthesis, antimicrobial activity, sustainable enviroment

1. GİRİŞ

Nanoteknoloji farklı fonksiyonel özellikleri olan nanopartiküllerin dizaynını ve sentezini konu alan multidisipliner bir bilim dalıdır. Nanopartiküller 1-100 nm boyutnu sahip ve sergiledikleri yüzey/hacim oranı, özgün morfolojik özellikler ile tarım, tıp, eczacılık, diş hekimliği, çevre, enerji gibi farklı alanlarda uygulama bulmaktadırlar Jin, 2012; (Keskin vd., 2023). Özellikle altın, gümüş gibi biyouyumlu nanopartiküller sergiledikleri antimikrobiyal aktivite ile şampuan, sabun, el kremi, diş macunu gibi kozmetik ürünlerde de kullanılmaktadır.

Nanopartiküllerin sentezi geleneksel olarak fiziksel ve kimyasal yöntemler (örneğin, sol-jel, eş-çöktürme, kolloidal çöktürme) mümkün olmaktadır. Ancak bu yöntemler yüksek enerji ve toksik reaktif kimyasallar kullanımı nedeniyle çevresel açıdan risk taşımaktadır (Jin, 2012). Bu duruma karşıt olarak, yeşil sentez yaklaşımları, bitki özütleri, bakteriler veya mantarlar gibi biyolojik sistemler aracılığıyla daha güvenli, sürdürülebilir ve çevre dostu bir şekilde nanopartiküllerin sentezine alternatifler sunmaktadır (Iravani, 2011). Bitki bazlı yeşil sentezlerde kullanılan fitokimyasallar, hem indirgeme ajanı hem de stabilizatör görevi görmekte ve çevre dostu, fonksiyonelleştirilebilir nanopartikül üretimine olanak tanımaktadır (Prasad & Elumalai, 2011).

Glycyrrhiza glabra (meyan kökü, Şekil 1), glisirizin yoğunluklu olmak üzere birçok biyoaktif bileşik içerir. Bu bileşik, terapötik etkileriyle ön plana çıkan bir triterpenoid saponindir ve meyan kökü özütünün %10–25'ini oluşturur (The Wealth of India, 2005). Ayrıca flavonoidler (likiritin, isolikiritin), kumarinler ve çeşitli uçucu bileşikler de kökte yer almaktadır (The Wealth of India, 2005). Glisirizin tuzları gıda aroması olarak kullanılırken, türevleri farmakolojik amaçlarla da değerlendirilmektedir (Food Chemicals Codex, 2003; Isbrucker & Burdock, 2006).



Şekil 1. Meyan kökü (https://acilci.net/guneydogunun-gozdesi-meyan-serbeti-ve-bilmediklerimiz/)

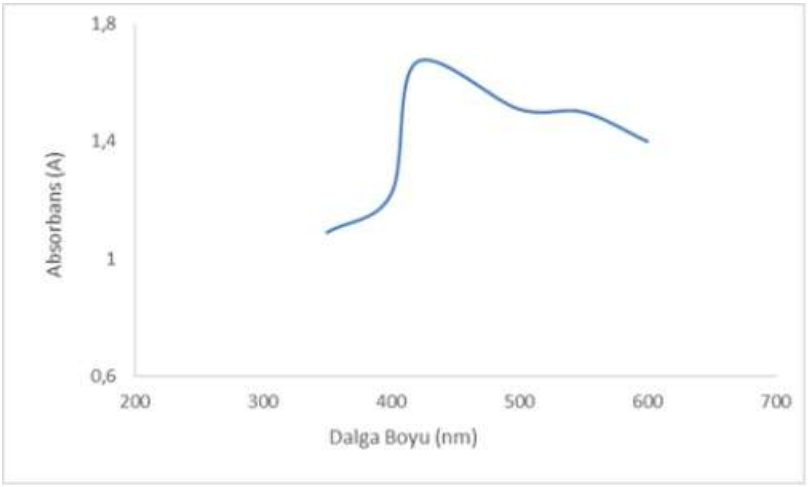
Yapılan bu çalışmada bahsi geçen biyoaktif bileşenlerce zengin olan meyan kökü bitkisi gümüş nanopartiküllerin yeşil sentezinde kullanıldı. Elde edilen nanopartiküllerin UV-Vis spektrofotometre kullanılarak optik özellikleri tespit edildi.

2. MATERYAL ve METOT

MK-AgNP'lerin yeşil sentezi (Keskin vd., 2023) belirtilen yöntemde minor değişiklikler yapılarak gerçekleştirildi. Kurutulmuş *Glycyrrhiza glabra* L. (meyan kökü) öğütüldü ve oda koşullarında 12 saat boyunca 1:10 oranında distile su ile ekstrakte edildi. Daha sonra, hazırlanan ekstrakt ve 0,001 M gümüş nitrat ($AgNO_3$) çözeltisi karanlık ortamda 1:1 oranında (v/v) oda sıcaklığında ~2 saat karıştırıldı. AgNP'lerin konformasyonu ve renk değişimleri 250 ve 750 nm arasında UV absorpsiyon spektroskopisi (Hach, DR/4000U) ile ölçüldü. Sentez süresinin sonunda, AgNPs elde etmek için çözelti yüksek hızlı santrifüj cihazı ile 9000 rpm'de 15 dakika santrifüj edilmiştir. MK-AgNP'ler safsızlıklardan arındırmak için distile su ile yıkandı ve 75°C'de kurutuldu.

3. SONUÇ ve TARTIŞMA

Bu çalışmada meyan kökü (*Glycyrrhiza glabra* L.) ekstraktı kullanılarak yeşil sentez yöntemiyle elde edilen gümüş nanopartiküller (AgNP'ler), karakterizasyon sürecinde UV-görünür bölge spektroskopisi ile incelenmiş ve maksimum absorbans değerinin 420 nm civarında olduğu belirlenmiştir (Şekil 2). Elde edilen değer literatürde farklı bitki türleriyle gerçekleştirilen benzer çalışmalarda bildirilen sonuçlar ile uyumludur (Keskin vd.,2023; Katta & Dubey, 2021; Abdelkader vd., 2019; Somda vd., 2024).



Şekil 2. MK-AgNPs UV spektrumu

Örneğin, *Tagetes erecta* (kadife çiçeği) çiçekleri ile yapılan bir çalışmada 420 nm dalga boyunda benzer bir pik gözlemlenmiş, bu durum bitki özütlerinde yer alan flavonoid ve fenolik bileşiklerin indirgeme kapasitesiyle ilişkilendirilmiştir (Katta & Dubey, 2021). Benzer biçimde, *Ziziphus spina-christi* yaprak özütü kullanılarak sentezlenen AgNP'lerde de benzer bir spektroskopik davranış olduğu görülmektedir (Abdelkader vd., 2019). Bu bulgular, fenolik madde açısından zengin bitki özütlerinin indirgeme ve stabilize etme potansiyelini desteklemektedir. Ayrıca *Phoenix dactylifera* yapraklarından elde edilen özüt ile yapılan yeşil sentezde 420 nm civarında maksimum absorbans değeri elde edildiği ifade edilmiştir (Al-Sheikh vd., 2022). *Curcuma longa* (zerdeçal) özütüyle yapılan benzer bir başka çalışmada ise AgNP'lerin 350-430 nm aralığında maksimum absorbans verdiği ifade edilmiştir (Al-Zahrani vd., 2020). Bu bulgular, yeşil sentezde kullanılan bitkinin kimyasal içeriğine bağlı olarak UV-Vis spektroskopi sonuçlarında değişkenlik olabileceğini ancak ağırlıklı olarak belirli bir aralıkta (özellikle 400–450 nm) olduğunu göstermektedir (Flieger vd., 2021). Öte yandan, *Coffea arabica* gibi tıbbi bitkiler kullanılarak elde edilen AgNP'lerin boyutlarının 420 nm civarında maksimum absorbans verdiği ifade edilmiştir (Haridas vd., 2022). *Brassica carinata* mikroyeşilleri ile yapılan bir çalışmada ise AgNP'lerin UV spektrumunda 420 nm'de keskin bir tepe olduğu ifade edilmiştir (Somda vd., 2024).

Meyan kökü Ülkemizde üretilen ve tüketilen önemli bir bitkidir. Meyan kökü içermiş olduğu biyoaktif bileşenler ile gümüş nanopartiküllerin yeşil sentezinde kullanım potansiyeli olan bir bitkidir. Yapılan bu çalışma ile meyan kökü temelli gümüş nanopartiküller sentezlenmiş ve UV spektrumu alınarak optik özellikleri kısmen belirlenmiştir. FTIR, SEM ve zeta potansiyel cihazları kullanılarak yapılacak olan ileri karakterizasyonlar ile gümüş nanopartiküllerin yapıları aydınlatılacak ve farklı biyolojik uygulamaları tespit edilecektir.

KAYNAKLAR

Abdelkader, H., Alzahrani, H., Al-Ayafi, A., Al-Mulah, H., & Al-Zubaidi, S. (2019). Green synthesis, characterization and antimicrobial activity of biosynthesized silver nanoparticles using Ziziphus spina-christi leaf extracts. Advances in Microbiology Research, 3(1), 010. https://doi.org/10.24966/AMR-694X/100010

Ansari, M., Ahmed, S., Abbasi, A., Khan, M. T., Subhan, M., Bukhari, N. A., Hatamleh, A. A., & Abdelsalam, N. R. (2023). Plant mediated fabrication of silver nanoparticles, process

optimization, and impact on tomato plant. Scientific Reports, 13, Article 18048. https://doi.org/10.1038/s41598-023-45038-x

Basu, S., Maji, P., & Ganguly, J. (2016). Nyctanthes arbor-tristis tohumlarının sulu ekstraktı ile gümüş nanopartiküllerin hızlı yeşil sentezi. Applied Nanoscience, 6, 1–5. https://doi.org/10.1007/s13204-015-0407-9

Flieger, J., Franus, W., Panek, R., Szymańska-Chargot, M., Flieger, W., Flieger, M., & Kołodziej, P. (2021). Kanıtlanmış antioksidan aktiviteye sahip doğal özler kullanılarak gümüş nanopartiküllerin yeşil sentezi. Molecules, 26(16), 4986.

Food Chemicals Codex, 5th ed. (2003). National Academy Press.

Ghasemi, M., & Mohammadi, M. (2016). Green synthesis of silver nanoparticles using Ziziphus spina-christi leaf extract and evaluation of their antibacterial activity. Nanomedicine Journal, 3(4), 261–268. http://nmj.mums.ac.ir/article_8411.html

Haridas, E. S. H., Bhattacharya, S., Varma, M. K. R., & Chandra, G. K. (2022). Green synthesis of eco-friendly silver nanoparticles using Coffee arabica leaf extract and development of a cost-effective biosensor for cysteine. arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2209.03823

https://acilci.net/guneydogunun-gozdesi-meyan-serbeti-ve-bilmediklerimiz/ Erişim tarihi: 08.05.2025

Iravani, S. (2011). Green synthesis of metal nanoparticles using plants. Green Chemistry, 13(10), 2638–2650. https://doi.org/10.1039/c1gc15386b

Isbrucker, R., & Burdock, G. A. (2006). Regulatory Toxicology and Pharmacology.

Jin, R. (2012). The impacts of nanotechnology on catalysis by precious metal nanoparticles. Nanotechnology Reviews, 1(1), 31–56. https://doi.org/10.1515/ntrev-2011-0003

Katta, V. K. M., & Dubey, R. S. (2021). Green synthesis of silver nanoparticles using Tagetes erecta plant and investigation of their structural, optical, chemical and morphological properties. Materials Today: Proceedings, 45, 794–798.

Prasad, T. N. V. K. V., & Elumalai, E. K. (2011). Biofabrication of Ag nanoparticles using the leaf extract of Polyalthia longifolia and their antibacterial activity. International Journal of Nanomedicine, 6, 979–985.

Somda, D., Bargul, J. L., Wesonga, J. M., & Wachira, S. W. (2024). Green synthesis of Brassica carinata microgreen silver nanoparticles, characterization, safety assessment, and antimicrobial activities. Scientific Reports, 14, Article 29273. https://doi.org/10.1038/s41598-024-80528-6

The Wealth of India. (2005). A Dictionary of Indian Raw Materials and Industrial Products. CSIR.

Xu, J., et al. (2010). Shape-dependent catalytic activity of Ag nanoparticles for styrene oxidation. Nanotechnology Reviews, 1(1), 31–56.

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF POLYANILINE DERIVATIVE STRUCTURES DOPED WITH DIFFERENT ACIDS FOR USE IN MEMBRANE PREPARATION

MEMBRAN HAZIRLAMADA KULLANILMAK ÜZERE FARKLI ASİTLERLE YÜKLENMİŞ POLİANİLİN YAPILARIN SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU

Adem SARIHAN[1], Hüseyin OĞUZ[2]

[1]Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü,

ORCID: 0000-0003-1809-7034

[2]Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Kimya Ana Bilim Dalı,
ORCID: 0009-0009-8632-6223

Özet

Membran filtrasyon süreçleri, geleneksel ayırma yöntemlerine göre düşük enerji gereksinimi, ayırma sürecinde ilave kimyasal gerektirmemesi ve daha yeşil olmaları gibi birçok avantaja sahiptir. Bu avantajları sayesinde, yaygın olarak kullanımı her geçen gün artmakta ve geleneksel ayırma ve saflaştırma tekniklerinin yerini almaktadır. Özellikle polimerik membranlar gerek su arıtım gerekse organik çözücü geri kazanım süreçlerinde çokça kullanılmaktadır. Polianilin yüksek su severliği ve iletken yapısı sayesinde son yıllarda yenilikçi ve iletken polimerik membranların hazırlanmasında kullanılabilecek dikkat çekici bir polimer olarak görülmektedir. Polianilin iletkenlik özelliğini yapısına ilave edilen asit katkısı sayesinde kazanır. Asit katkılama süreçlerinde klasik olarak HCl gibi küçük yapıdaki asitler kullanılır ancak bu yapıların kullanım şartlarına bağlı olarak, çeşitli sebeplerle yapıdan uzaklaşması sonucunda malzemenin yapısı bozulmakta ve iletkenlik özelliği olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu durumun önüne geçmek amacıyla asit katkılamasında nispeten daha büyük yapıdaki organik veya polimerik asitlerin kullanılması oldukça olumlu sonuçlar oluşturmaktadır. Ayrıca bu asitlerin polimerik yapıya sentez sürecinde dâhil edilmesi, yapı ile etkileşimlerinin yüksek olmasını sağlayarak yapıdan uzaklaşma riskini azaltması ve asidik grupların polimerde daha homojen bir şekilde katkılanabilmesi bakımından, polimer sentezi sonrasında gerçekleştirilen asit modifikasyonuna göre, daha etkili ve işlevseldir. Bu çalışmada, iletken yapılı polimerik kompozit membran hazırlama süreçlerinde kullanılmak üzere, PAMPSA (poli(2-akrilamido-2-metiy-1-propansülfonik asit), CSA (kamfor sülfonik asit) ve TMA (trimesik asit) ile modifiye edilmiş polianilin yapıları kimyasal oksidatif polimerizasyon tekniği kullanılarak sentezlenmiş ve sentezlenen polimerik yapılar SEM-EDX ve FTIR teknikleri kullanılarak karakterize edilmiştir. Aynı zamanda sentezlenen polimerlerin N-metil pirolidon içerisinde çözünürlüğü test edilmiş ve membran döküm çözeltisi hazırlanabilme durumları incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Polianilin, iletken polimer, asit katkılı polianilin, membran

Abstract

Membrane filtration processes have been shown to exhibit numerous advantages over conventional separation methods. These include low energy requirements, the absence of any

requirement for additional chemicals during the separation process, and a reduced environmental impact. The aforementioned advantages are responsible for the increasing widespread use of these techniques, which are gradually replacing traditional separation and purification techniques. It is evident that polymeric membranes are extensively utilised in both water treatment and organic solvent recovery processes. Polyaniline has been identified as a remarkable polymer that has the potential to be used in the preparation of innovative and conductive polymeric membranes in recent years thanks to its hydrophilicity and conductive structure. The conductivity exhibited by polyaniline is attributable to the incorporation of acid doping within its structure. In the context of acid doping processes, the utilisation of small acids such as HCl is a conventional approach. However, the removal of these acids from the material structure, attributable to various factors associated with the conditions of use, results in the deterioration of the material's structure and its concomitant reduction in conductivity. In order to circumvent this issue, the utilisation of relatively larger organic or polymeric acids in the process of acid doping has been shown to yield highly favorable outcomes. Furthermore, the incorporation of these acids into the polymeric structure during the synthesis process is more effective and functional than acid modification performed after polymer synthesis in terms of reducing the risk of distancing from the structure by ensuring high interactions with the structure and homogeneous doping of acidic groups in the polymer. In the present study, polyaniline structures were modified with PAMPSA (poly(2-acrylamido-2-methy-1-propanesulfonic acid)), CSA (camphor sulfonic acid) and TMA (trimesic acid) through a chemical oxidative polymerization technique. The resulting polymeric structures were characterized using SEM-EDX and FTIR techniques. Concurrently, the solubility of the synthesized polymers in N-methyl pyrrolidone was investigated, and the preparation of membrane casting solution was examined.

Keywords: Polyaniline, conductive polymer, acid doped polyaniline, membrane

1. GİRİŞ

Endüstriyel süreçlerdeki gelişmeler, küresel nüfustaki hızlı artış ve buna bağlı olarak tarımsal üretime gereksinimin artması gibi etkenlerle, birçok ülke ve bölgenin su ihtiyacının artışı ve önemli seviyede su kirliliğiyle karşı karşıya kalma riski son yılların en önemli sorunlarından biri haline gelmiştir (X.-R. Zhang vd., 2017). Temiz suya ve daha sürdürülebilir endüstriyel süreçlere yönelik talebin artmasıyla birlikte, ileri teknoloji ayırma ve saflaştırma tekniklerine olan ihtiyaç daha da önemli hale gelmiştir (Boretti & Rosa, 2019). Membran filtrasyon süreçleri, geleneksel ayırma yöntemlerine göre düşük enerji gereksinimi, fazladan kimyasal gerektirmemesi ve daha yeşil olmaları gibi birçok avantaja sahiptir (Kamalesh vd., 2024). Bu avantajları sayesinde, membranların filtrasyon süreçlerinde kullanım oranı her geçen gün artmakta ve membran filtrasyon süreçleri, geleneksel ayırma ve saflaştırma tekniklerinin yerini almaktadır. Membranlar, filtrasyon süreçlerinde iki fazı birbirinden ayıran ve seçici geçirgen özellik gösteren malzemedir. Seçici geçirgen özellikleri sayesinde ilgilenilen bileşenlerin karşı faza geçişini, çeşitli mekanizmalara göre sınırlandırarak kontrollü geçişe imkân sağlarlar. Kontrollü geçiş gözenek boyutuna göre dışlama ve elektriksel itme-çekme kuvvetleri mekanizmaları üzerinden yürümektedir. Belli bir amaç için hazırlanmış uygun morfolojide ve gözenek yapısındaki membranın, su içerisindeki ilgilenilen madde(ler) için kabul edilebilir seviyede dışlama sağlarken mümkün olduğunca yüksek geçirgenliğe sahip olması beklenir. Membran malzemesi olarak kullanılabilecek organik ve inorganik yapılar arasında gerek ticari uygulamalar gerekse araştırma süreçlerinde kullanım için en önemli malzeme grubu polimerlerdir (S. Kim & Lee, 2015). İletken özellikli polimer yapıları ile ayarlanabilir ve kirlenme dirençli membranlar hazırlanabilmektedir (J. Kim vd., 2024; Sarihan vd., 2019).

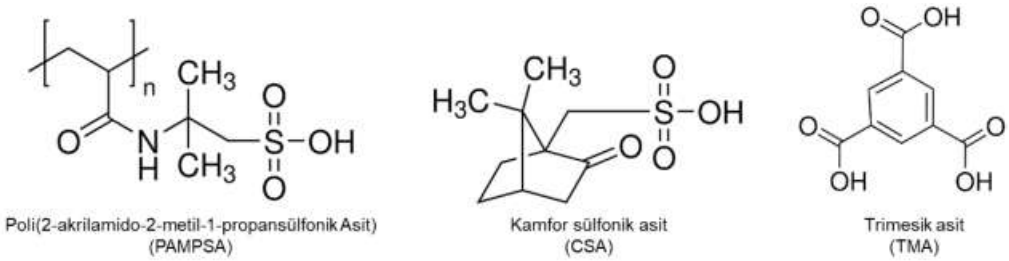
Ayarlanabilir membranlar, elektriksel potansiyel gibi çeşitli dış kuvvetler ile membranın yapısal özellikleri ve performanslarının değiştirilebilmesine imkân oluşturabilen özelliktedirler (Formoso vd., 2017). Böylece kendi kendini temizleyen ve kirlenme dirençli membran yüzeylerinin hazırlanabilmesi mümkün olabilmektedir (Li vd., 2023; Liu vd., 2024). Aynı zamanda elektriksel iletkenliğe sahip membran yapıları ile membran kirlenme kontrol süreçlerinde kimyasal kullanımı gerektirmeyen, daha yeşil ve sürdürülebilir bir metot olan elektriksel temizleme süreçleri uygulanabilmektedir. Membran hazırlamada kullanılan polimerler arasında polianilin yüksek su severliği, iletken yapısı, nispeten kolay işlenebilirlik, çevresel (Moo Lee vd., 1999), fiziksel, kimyasal, mekanik kararlılık ve nispeten ucuz bir monomerden basit sentez edilebilme (Hu vd., 2011) gibi özellikleri ile oldukça dikkat çeken ve araştırmacılar tarafından tercih edilen bir polimerdir. Polianilin polimer(ler)i yapılarındaki asit katkıları sayesinde iletken yapıya sahiptir (Ball vd., 1999; Shen vd., 2018). Yaygın olarak kullanılan HCl gibi küçük yapıdaki asitler yapıya iletkenlik kazandırmasına rağmen bir süre sonra kullanım şartlarına bağlı, çeşitli sebeplerle yapıdan uzaklaşabilmekte ve bu nedenle hem polimerik malzemenin yapı ve performans özellikleri bozulmakta hem de elektriksel özellikleri olumsuz yönde etkilenmektedir (Padaki vd., 2011). Bu olumsuz durumun önüne geçmek amacıyla yapı içerisinde nispeten daha büyük yapıdaki organik veya polimerik asitlerin kullanılması oldukça olumlu sonuçlar oluşturmaktadır. Ayrıca bu asitlerin polimerik yapıya sentez sürecinde dâhil edilmesi, gerek yapı ile çok daha kuvvetli etkileşimlerle tutulması ve yapıdan uzaklaşamaması gerekse asidik grupların polimerde homojen bir şekilde bulunabilmesi bakımından, polimer sentezi sonrasında gerçekleştirilen asit modifikasyonuna göre, daha etkili ve işlevseldir. Bu amaçla çalışma kapsamında, polimerik kompozit membran hazırlama süreçlerinde kullanılmak üzere, PAMPSA (poli(2-akrilamido-2-metil-1-propansülfonik asit), CSA (kamfor sülfonik asit) ve TMA (trimesik asit) ile yüklenmiş Polianilin yapıları kimyasal oksidatif polimerizasyon tekniği kullanılarak sentezlenmiştir. Sentezlenen polimerik yapılar için SEM-EDX ve FTIR teknikleri kullanılarak yapısal ve morfolojik karakterizasyonları gerçekleştirilmiştir. Ayrıca sentezlenen polimerik yapılarının, amacına uygun şekilde membran hazırlanma süreçlerinde kullanılabilirliğinin belirlenmesi için uygun bir polar aprotik çözücüde çözünürlüğü ve uygun özellikte çözelti oluşturabilmesi ile ilgili testler gerçekleştirilmiştir.

2. YÖNTEM

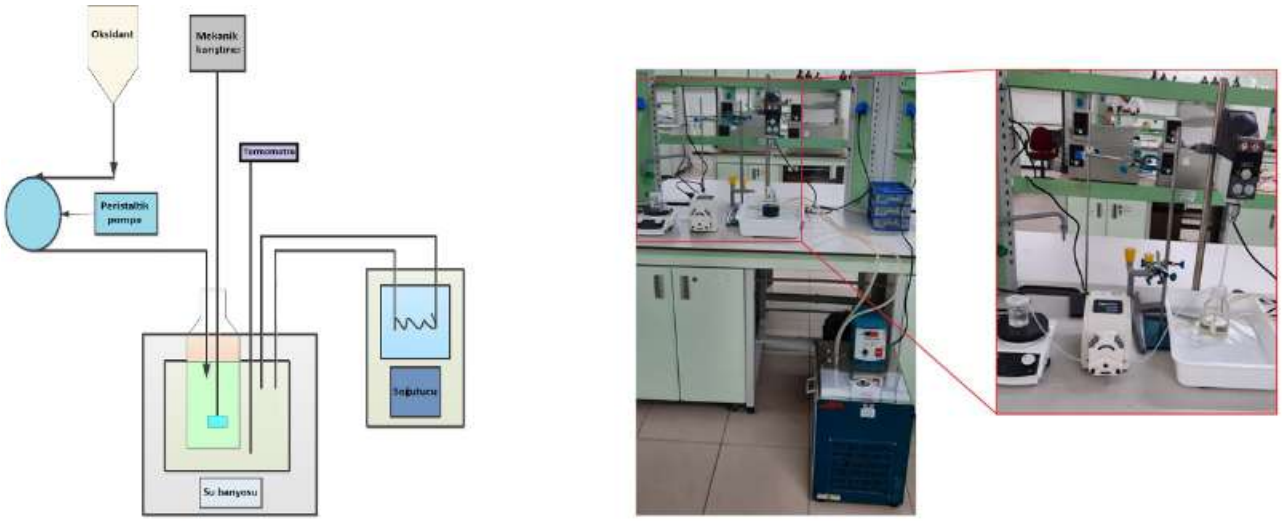
2.1. Asit Katkılı Polianilin Yapılarının Sentezi

Polimer asit ve organik asit yüklenmiş polianilin polimerinin sentezi, saflaştırılması ve testleri için anilin, poli(2-akrilamido-2-metil-1-propansülfonik Asit) (PAMPSA), kamfor sülfonik asit (CSA), amonyum persülfat (APS) ($(NH_4)_2S_2O_3$), N -Metil pirolidon (NMP), aseton kullanılmış ve tüm sentez çalışmaları ultra saf su ile gerçekleştirilmiştir.

Sentez süreçleri 15 °C sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir. Sentez için anilin ve asit mol oranları 4:1 olarak ayarlanmış ve çözücü olarak su kullanımı ile reaksiyon ortamı oluşturulmuştur. APS oksidant olarak kullanılmış ve peristaltik pompa yardımıyla 15 ml/saat hızda, anilin ve yüklenecek asit(ler)in bulunduğu sentez reaksiyon ortam(lar)ına eklenmiştir. Reaksiyon tamamlanma süreleri 24 saat olarak ayarlanmış ve reaksiyon sonrasında elde polimerler süzülerek ayrılmıştır. Sentezlenen yapı reaksiyona girmeyen reaktiflerin ve oligomerlerin uzaklaştırılması amacıyla birkaç kez su ve aseton ile yıkanarak saflaştırılmış, ardından 70 °C sıcaklıkta, etüvde kurutulmuştur ve öğütülmüştür. Elde edilen polimerler, yüklenen asitlere göre PAMPSA-PANI, CSA-PANI ve TMA-PANI olarak adlandırılmıştır. Polimer katkılamada kullanılan asitlerin kimyasal yapıları Şekil 1'de, sentez sürecinde kullanılan düzeneğin şeması ve görüntüsü Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 1. Asit katkılı polianilin hazırlamada kullanılan asit yapıları



Şekil 2. Polimer sentez sürecinde kullanılan düzeneğin şeması ve görüntüsü

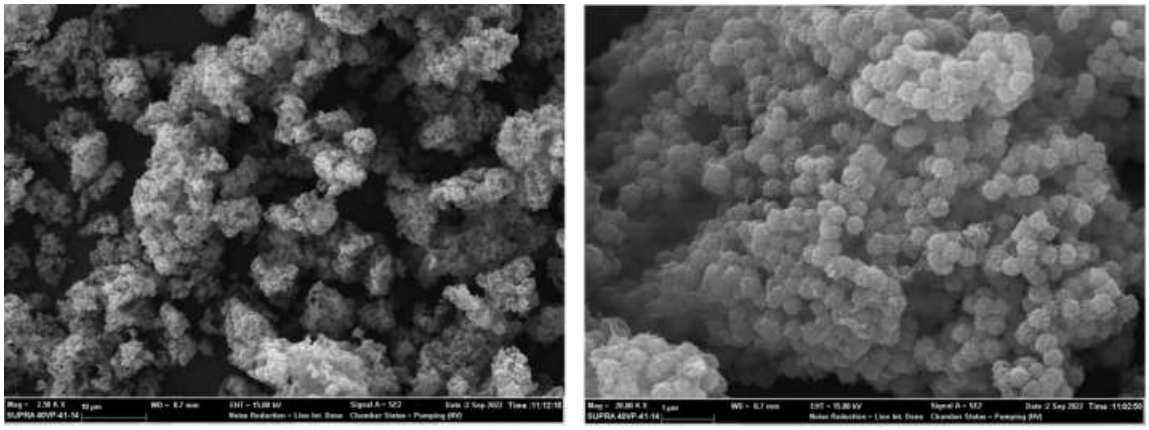
2.2. Asit Katkılı Polianilin Yapılarının Karakterizasyonu

Hazırlanan polimerlerin yapısal-morfolojik karakterizasyonu, kimyasal bileşim ve fonksiyonel grup incelemeleri için Taramalı Elektron Mikroskobu- Enerji Dağıtıcı X-Ray spektroskopisi (SEM-EDX) ve Fourier-Transform Infrared (FTIR) spektroskopisi teknikleri kullanılmıştır. Ayrıca membran hazırlamada kullanılabilirliğini incelemek için jel formu oluşturmadan NMP içerisinde çözünebilirliği test edilmiştir.

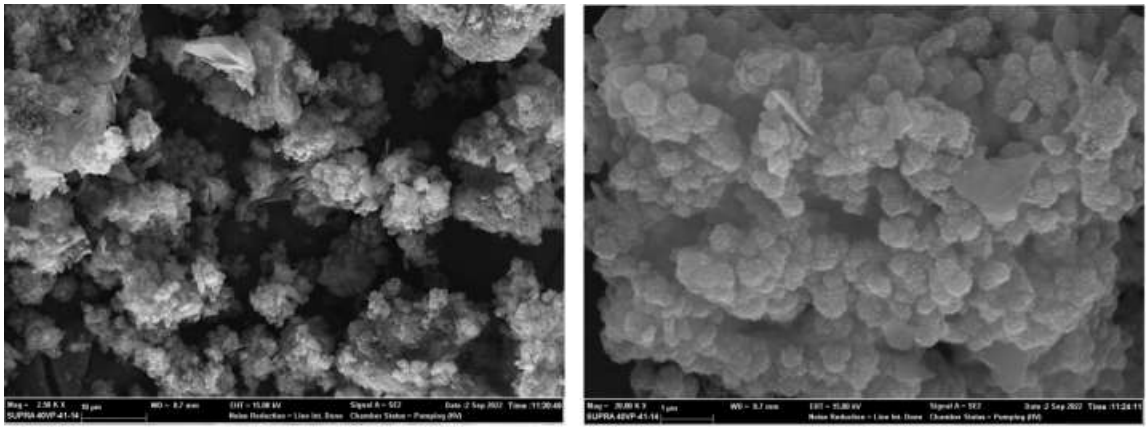
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. SEM-EDX incelemeleri

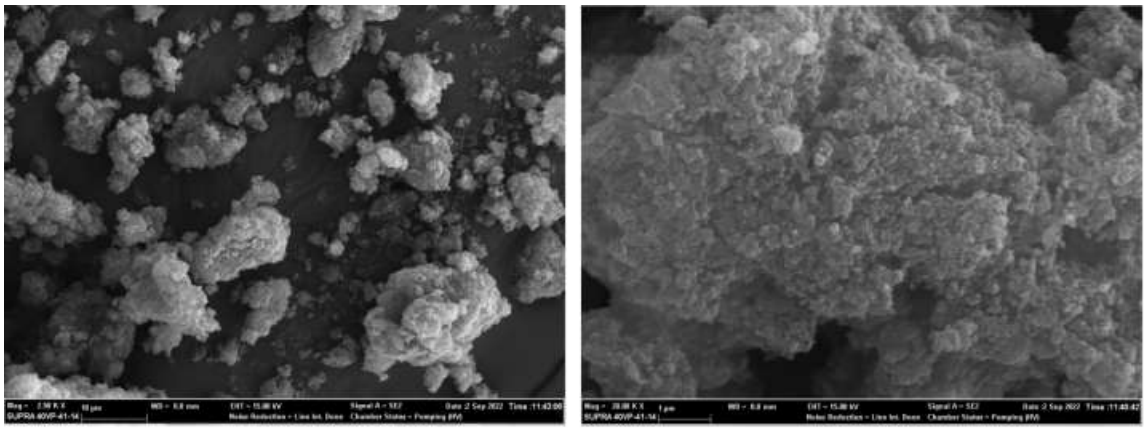
Sentezlenen asit katkılı polimerlere ait 2,5 KX ve 20 KX büyütme oranlarında elde edilen SEM görüntüleri Şekil, 3, 4 ve 5'te verilmiştir.



Şekil 3. PAMPSA katkılı Polianilin yapısına ait SEM görüntüleri



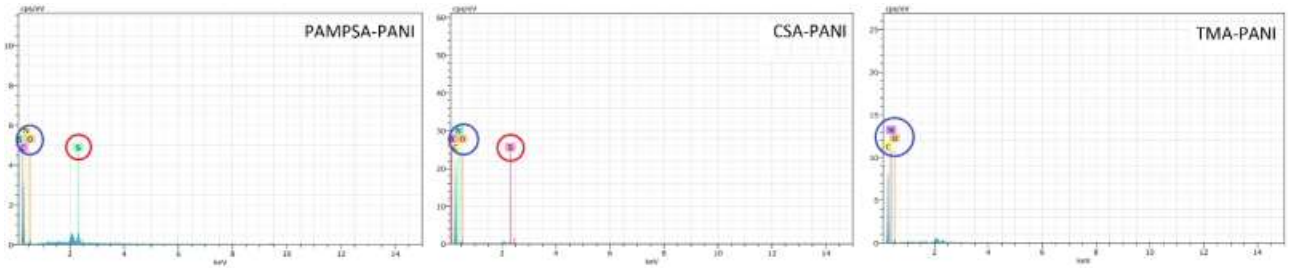
Şekil 4. CSA katkılı Polianilin yapısına ait SEM görüntüleri



Şekil 5. TMA katkılı Polianilin yapısına ait SEM görüntüleri

Elde edilen SEM görüntüleri incelendiğinde, PAMPSA-PANI ve CSA-PANI polimerlerinin küresel görünümlü nano boyutta yapılardan oluşurken, TMA-PANI de küresel olmayan, pul görünümlü yapıların birleşmesi ile oluşan mikro boyutta yapılardan oluştuğu görülmektedir. TMA-PANI yapısının sentez, saflaştırma ve kurutma işlemleri sonrasında öğütme işleminin belirgin şekilde daha zor gerçekleştirilebildiği ve daha rijit bir yapıya sahip olduğu görülmüştür. Bu durum, katkılama sürecinde kullanılan asit yapısında bulunan karboksilli asit grupları sayesinde polianilin zincirleri ile daha kuvvetli bir şekilde etkileşim kurabilmesine ve bu sayede

nispeten daha büyük mikro yapılardan oluşmasına atfedilmiş ve bu sonuç SEM görüntüleri ile desteklenmiştir.

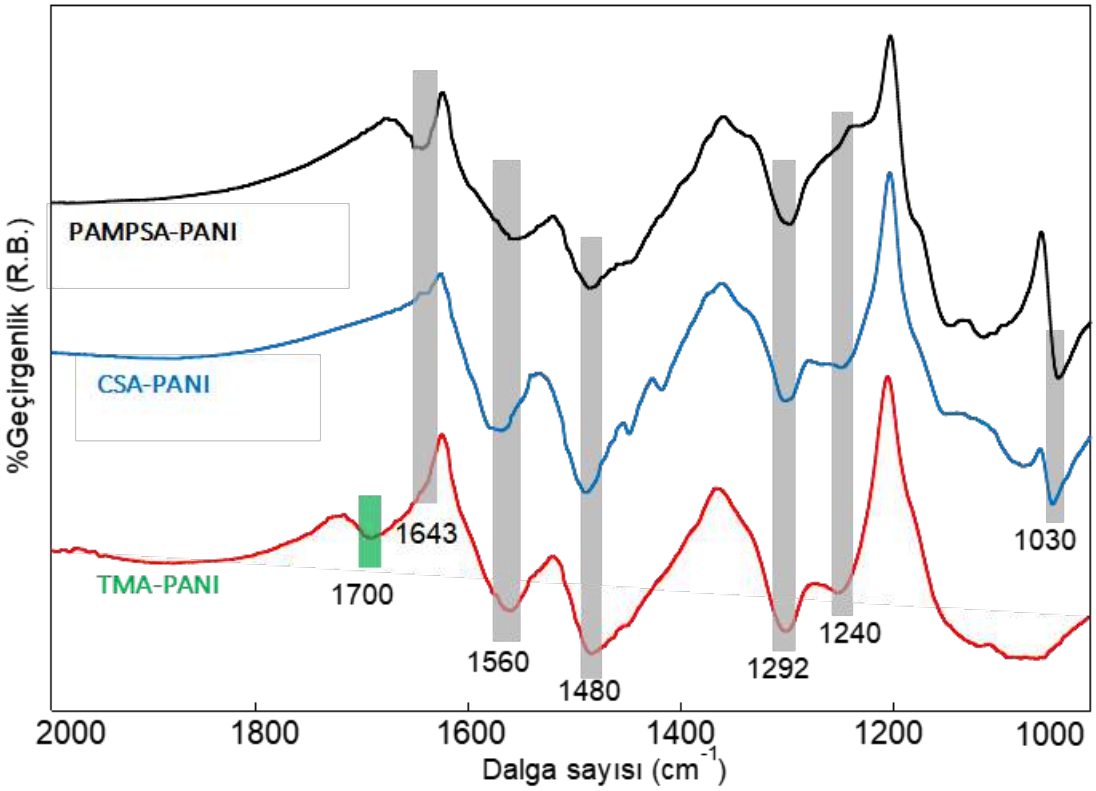


Şekil 6. Hazırlanan polimerlere ait EDX sonuçları

EDX sonuçları incelendiğinde PAMPSA-PANI ve CSA-PANI yapılarına ait EDX verilerinde C ve N elementlerin yanı sıra "O" ve "S" elementinin de (asit yapılarındaki sülfo gruplarından kaynaklanan) bulunması polianilin yapılarına ilgili asitlerin yüklendiğini ve sentezin başarılı olduğunu doğrulamıştır. TMA-PANI yapısına ait EDX verilerinde ise asit yapısında sülfo grubunun bulunmaması sebebiyle beklendiği gibi "S" elementine ait pik görülmemiş, yalnızca C, N ve O yapıları görülmüştür. TMA-PANI için de katkı yapısında bulunan "O" elementinin EDX sonuçlarında gözlemlenmesi asit katkılama işleminin başarılı olduğunu göstermektedir.

3.2. FTIR incelemeleri

Hazırlanan polimerlere ait FTIR spektrumları Şekil 7'de verilmiştir. Spektrumlar incelendiğinde yüklenen asit türlerine göre meydana gelen en temel farklılıklardan biri 1700 cm^{-1} de ortaya çıkan ve yalnızca TMA-PANI yapısında gözlenen piktir. Bu pik TMA yapısındaki karboksil gruplarına atfedilmiştir (Medina-Velazquez vd., 2016; Zhang vd., 2021) ve TMA yapısının PANI yapısına yüklendiğini doğrulamıştır. Bu pikin diğer asitlerle yüklenen PANI yapılarında görülmemesinin nedeni PAMPSA ve CSA yapılarında karboksil grubunun bulunmamasıdır. Spektrumlarda gözlemlenen bir diğer temel fark 1030 cm^{-1} civarında gözlenen piklerdir. Bu pikler ise sülfo ($-SO_2-$) gruplarının simetrik gerilme titreşimlerine aittir (Hechavarría vd., 2003) ve yalnızca yapısında sülfo grubu bulunan, PAMPSA ve CSA ile yüklenen polimerlere ait spektrumlarda gözlemlenmiştir. Bu pikler haricinde 1560 cm^{-1} ve 1480 cm^{-1} de tüm polimerik yapıların spektrumlarında ortaya çıkan pikler sırası ile polianilin yapısındaki C=N ve C=C bağlarına ait gerilme titreşimlerine, 1240 ve 1292 cm^{-1} de bulunan pikler ise yine polianilin yapısındaki C-N bağlarının gerilme titreşimlerine atfedilmiştir (Babu vd., 2013; Jeong Kim vd., 2006).



Şekil 7. Hazırlanan polimerlere ait FTIR spektrumları

Sentezlenen polimerik yapılarının, amacına uygun şekilde membran hazırlanma süreçlerinde kullanılabilmesi için suda çözünmeyen, uygun bir polar aprotik çözücü olan NMP içerisinde ise çözünebilir olmaları gereklidir. Bu anlamda yapılan çözündürme testleri sonucunda ilgili asitlerle yüklenerek hazırlanan tüm polimerik yapılarının suda çözünmediği, PAMPSA ve CSA ile katkılanan yapıların NMP içerisinde yeterince çözünebildiği ve istenmeyen jelleşme oluşumlarının kontrol edilebildiği belirlenmiştir. TMA ile katkılanan yapıda ise çözünme probleminin olduğu jelleşme eğiliminin önüne geçilemediği gözlemlenmiştir. Bu durum TMA'nın, yapısında bulunan üç tane karboksilli asit grubu sayesinde polianilin zincirleri ile daha kuvvetli bir şekilde etkileşim kurabilmesine ve bu sayede nispeten daha büyük mikro yapılardan oluşmasına atfedilmiştir.

4. SONUÇLAR

Karakterizasyon çalışmaları sonucunda çeşitli asitlerle yüklenmiş Polianilin yapılarının hedeflendiği şekilde sentezlenebildiği görülmüştür. Sentezlenen polimerik yapılarının, su arıtım süreçlerinde kullanım için membran hazırlanma süreçlerinde kullanılabilirliği ile yapılan ilgili ön denemelerde, tüm yapıların hedeflenen şekilde, suda çözünmediği ve özellikle PAMPSA ve CSA ile katkılanan yapıların NMP içerisinde yeterince çözünebildiği ve istenmeyen jelleşme oluşumlarının kontrol edilebildiği belirlenmiş ve membran hazırlama süreçlerinde kullanıma elverişli olduğu belirlenmiştir. TMA ile katkılanan yapıda ise jelleşme eğiliminin önüne geçilemediği için membran döküm çözeltisi hazırlamasına elverişsiz olduğu ve membran hazırlamada kullanılabilir olmadığı görülmüştür.

5. TEŞEKKÜR

*Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 121Y244 Numaralı proje ile desteklenmiştir. Projeye verdiği destekten ötürü TÜBİTAK'a teşekkürlerimizi sunarız.

6. KAYNAKLAR

Babu, V. J., Vempati, S., & Ramakrishna, S. (2013). Conducting Polyaniline-Electrical Charge Transportation. *Materials Sciences and Applications*, *04*(01), 1-10. https://doi.org/10.4236/msa.2013.41001

Ball, I. J., Huang, S.-C., Miller, K. J., Wolf, R. A., Shimano, J. Y., & Kaner, R. B. (1999). The pervaporation of ethanol/water feeds with polyaniline membranes and blends. *Synthetic Metals*, *102*(1), 1311-1312. https://doi.org/10.1016/S0379-6779(98)01004-2

Boretti, A., & Rosa, L. (2019). Reassessing the projections of the World Water Development Report. *Npj Clean Water*, *2*(1), 1-6. https://doi.org/10.1038/s41545-019-0039-9

Formoso, P., Pantuso, E., De Filpo, G., & Nicoletta, F. P. (2017). Electro-Conductive Membranes for Permeation Enhancement and Fouling Mitigation: A Short Review. *Membranes*, *7*(3), Article 3. https://doi.org/10.3390/membranes7030039

Hechavarría, L., Hu, H., & Rincón, M. E. (2003). Polyaniline–poly(2-acrylamido-2-methyl-1-propanosulfonic acid) composite thin films: Structure and properties. *Thin Solid Films*, *441*(1), 56-62. https://doi.org/10.1016/S0040-6090(03)00864-2

Hu, W., Chen, S., Yang, Z., Liu, L., & Wang, H. (2011). Flexible Electrically Conductive Nanocomposite Membrane Based on Bacterial Cellulose and Polyaniline. *The Journal of Physical Chemistry B*, *115*(26), 8453-8457. https://doi.org/10.1021/jp204422v

Jeong Kim, S., Rae Lee ,Na, Yi ,Byung-Ju, & and Kim, S. I. (2006). Synthesis and Characterization of Polymeric Acid-Doped Polyaniline Interpenetrating Polymer Networks. *Journal of Macromolecular Science, Part A*, *43*(3), 497-505. https://doi.org/10.1080/10601320600575165

Kamalesh, R., Karishma, S., Saravanan, A., & Yaashikaa, P. R. (2024). Emerging breakthroughs in membrane filtration techniques and their application in agricultural wastewater treatment: Reusability aspects. *Sustainable Chemistry for the Environment*, *8*, 100183. https://doi.org/10.1016/j.scenv.2024.100183

Kim, J., Lee, J., Lee, S., Tijing, L., Shon, H. K., & Hong, S. (2024). Electrically conductive membrane for fouling control: Its mechanisms and applications. *Desalination*, *578*, 117445. https://doi.org/10.1016/j.desal.2024.117445

Kim, S., & Lee, Y. M. (2015). Rigid and microporous polymers for gas separation membranes. *Progress in Polymer Science*, *43*, 1-32. https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2014.10.005

Li, J., Qiu, X., Ren, S., Liu, H., Zhao, S., Tong, Z., & Wang, Y. (2023). High performance electroactive ultrafiltration membrane for antibiotic resistance removal from wastewater effluent. *Journal of Membrane Science*, *672*, 121429. https://doi.org/10.1016/j.memsci.2023.121429

Liu, Y., Jiang, M., Hu, J., Guo, Z., Liu, J., Fu, X., Liu, L., & Jiang, S. (2024). Polypyrrole-bound carbon nanotube conductive polysulfone membranes for self-cleaning of fouling. *Composites Communications*, *52*, 102155. https://doi.org/10.1016/j.coco.2024.102155

Medina-Velazquez, D. Y., Alejandre-Zuniga, B. Y., Loera-Serna, S., Ortiz, E. M., Morales-Ramirez, A. D. J., Garfias-Garcia, E., Garcia-Murillo, A., & Falcony, C. (2016). An alkaline one-pot reaction to synthesize luminescent Eu-BTC MOF nanorods, highly pure and water-insoluble, under room conditions. *Journal of Nanoparticle Research*, *18*(12), 352. https://doi.org/10.1007/s11051-016-3593-9

Moo Lee, Y., Yong Nam, S., & Yong Ha, S. (1999). Pervaporation of water/isopropanol mixtures through polyaniline membranes doped with poly(acrylic acid). *Journal of Membrane Science*, *159*(1), 41-46. https://doi.org/10.1016/S0376-7388(99)00051-4

Padaki, M., Isloor, A. M., & Wanichapichart, P. (2011). Polysulfone/N-phthaloylchitosan novel composite membranes for salt rejection application. *Desalination*, *279*(1), 409-414. https://doi.org/10.1016/j.desal.2011.06.045

Sarihan, A., Shahid, S., Shen, J., Amura, I., Patterson, D. A., & Emanuelsson, E. A. C. (2019). Exploiting the electrical conductivity of poly-acid doped polyaniline membranes with enhanced durability for organic solvent nanofiltration. *Journal of Membrane Science*, *579*, 11-21. https://doi.org/10.1016/j.memsci.2019.02.030

Shen, J., Shahid, S., Sarihan, A., Patterson, D. A., & Emanuelsson, E. A. C. (2018). Effect of polyacid dopants on the performance of polyaniline membranes in organic solvent nanofiltration. *Separation and Purification Technology*, *204*, 336-344. https://doi.org/10.1016/j.seppur.2018.04.034

Zhang, C., Wang, Q., Zhang, W., Li, X., Zhu, Z., Zhang, C., Xie, A., & Luo, S. (2021). Preparation and application of Co3O4-Ni-MOF/MWCNTs hybrid for supercapacitor. *Ionics*, *27*(8), 3543-3551. https://doi.org/10.1007/s11581-021-04137-3

Zhang, X.-R., Fu, J., & Liu, Y. (2017). Resourceful Treatment of Seawater Desalination or High Concentrated Sewage by Renewable Energy. Içinde X. Zhang & I. Dincer (Ed.), *Energy Solutions to Combat Global Warming* (ss. 307-327). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-26950-4_15

VISIBILITY ANALYSIS WITH UNMANNED AERIAL VEHICLES
İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI İLE GÖRÜNÜRLÜK ANALİZİ

Gökhan ÖZEN[1], Rıdvan SARAÇOĞLU[2]

[1]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği ABD, 0009-0003-6901-4531

[2]Prof.Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği ABD, 0000-0002-5853-4545

Özet

Bu çalışma, İnsansız Hava Araçları (İHA) ile yapılan atışlarda başarı oranını artırmak, mühimmat zayiatını azaltmak ve çevresel faktörlere verilebilecek zararı minimize etmek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Bu amacı gerçekleştirmek üzere temel bir coğrafi bilgi sistemleri (CBS) programı olan Arcmap programı kullanılarak bir model oluşturulmuş ve model aracılığıyla İHA tabanlı görünürlük analizi yöntemi kullanılmıştır.

Çalışma üç safhada ele alınmıştır. Çalışmanın birinci safhasında öncelikle hedef olarak yeryüzü üzerinde herhangi bir nokta ve İHA'nın izleyeceği rota belirlenmiştir. Bununla beraber İHA'nın hedefe olan mesafesi ve görünürlük analizi yapılacak aralık değişken olarak tanımlanmıştır. Yapılan tanımlamalar İHA ve mühimmatın teknik kabiliyeti ile birlikte çevresel faktörlerin değişken olabileceği ihtimali göz önünde bulundurularak sabit tutulmamıştır.

Çalışmanın ikinci safhasında ise belirlenen bu kriter ve tanımlamalara göre hedefin İHA tarafından arada herhangi bir engel olmaksızın direkt olarak gördüğünün belirlendiği görünürlük analizi (Line of Sight) işlemi gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın son aşaması olan üçüncü safhada ise yapılan görünürlük analiz sonuçlarının elde edilmesi ve görselleştirilerek sunulması ile birlikte farklı noktalardan yapılan görünürlük analizi sonuçlarının avantaj-dezavantaj yönünden değerlendirilmesine yönelik çalışmalar yapılmış ve tanımlanan hedef için atış yapılacak en uygun pozisyon (enlem, boylam, irtifa) belirlenmiştir.

Böylece çoğunlukla insanın tecrübesi ve o anki durumuna göre belirlenebilecek hedef tespit ve imha sürecinin, oluşturulan belirli modeller ile yeryüzüne ait yükseklik verisi (DTED) yardımıyla otonom ve hızlı bir şekilde belirlenmesi sağlanmıştır. Bu yöntemin hedefin imha edilmesi sürecinde çevresel faktörlere karşı oluşabilecek olası zararın önüne geçebileceği değerlendirilmektedir.

Anahtar kelimeler: Atış, DEM, DTED, Görünürlük analizi, Hedef, İmha, İnsansız Hava Aracı (İHA)

Abstract

This study was carried out with the aim of increasing the success rate of Unmanned Aerial Vehicles (UAV) firing, reducing ammunition loss and minimizing the damage to environmental factors.

To achieve this goal, a model was created using Arcmap, a basic geographic information systems (GIS) program, and a UAV-based visibility analysis method was used through the model.

The study was carried out in three main phases. In the first phase, a specific target point on the Earth's surface and the UAV's flight route were determined. Additionally, the UAV's distance to the target and the visibility range used in the analysis were defined as variables. These parameters were not fixed, considering that both the technical capabilities of the UAV and the ammunition, as well as environmental factors, might vary.

In the second phase, a visibility analysis was performed to determine whether the target could be directly observed by the UAV without any obstacles in between.

In the third and final phase of the study, the results of the visibility analysis were visualized, and the advantages and disadvantages of analyses conducted from different positions were evaluated. Based on this assessment, the most optimal strike position (latitude, longitude, and altitude) for the designated target was identified.

Through this method, the target detection and engagement process often reliant on operator experience and real-time conditions was systematically and rapidly determined using Digital Terrain Elevation Data (DTED) within a defined algorithmic framework. Consequently, it is assessed that this approach can help minimize potential environmental damage that may arise during the target engagement process.

Keywords: DEM, Destruction, DTED, Strike, Target, Unmanned Aerial Vehicle (UAV), Visibility Analysis

1. GİRİŞ

Dünya üzerinde geçmişten bugüne pek çok savaş, katliam ve insani dramların yaşandığı bilinen bir gerçektir. Bu eylemleri gerçekleştirenlerin her zaman için kendilerine göre savunulacak bir nedenleri olmakla birlikte bu düşüncelerini destekleyecek geniş kitlelerde bulmaktadırlar. Bu durum insani hassasiyetleri olan ve insani değerlere saygı duyan insanların yaşanan olayları engelleme çabalarını büyük ölçüde engellemektedir. Bu nedenle hem bireysel ölçekte insanlar hem de geniş ölçekte devletler bu tür olayların yaşanmaması için birtakım önlemler almaktadır. Bu önlemler genel olarak ülke savunması olarak karşımıza çıkmakta ve bu sektör de savunma sanayi olarak nitelendirilmektedir.

Savunma sanayi ülkelerin genel olarak en fazla yatırım yaptığı alanların başında gelmekte ve özellikle son yıllarda bu alana yönelik büyük teknolojik atılımlar yapılmaktadır. Bunların başında ise otonom veya yarı otonom olarak hareket edebilen insansız hava araçları (İHA) gelmekte ve teknolojinin gelişmesi ile birçok farklı amaç için İHA kullanılmaktadır.

Önceki yıllarda İHA'lar genellikle keşif, gözetleme, tarım, arama kurtarma, haritalama vb. amaçlarda kullanılıyorken günümüz şartlarında hem bu amaçlar için kullanılmakta hem de harekât ortamlarında hedeflerin imhası maksadıyla etkin olarak kullanılmaktadır. Harekât ortamlarında etkin olarak kullanılan İHA'ların hedeflerin tespit, teşhis ve imhası halihazırda birçok sistemde manuel olarak yapılmaktadır. Bu tespit, teşhis ve imha süreçlerine yardımcı olabilmek maksadıyla yoğun bir şekilde çalışmalar yapılmakta ve başarılı olan teknolojiler İHA sistemlerine dahil olmaktadır.

Elbette İHA tek başına fonksiyonel olarak hareket edebilen bir araç değildir. İHA sistemsel bir yapı içerisinde yer alan bir parça olarak nitelendirilebilir. Bu nedenle İHA ile birlikte genel

olarak İnsansız Hava Aracı Sistemleri (İHAS) tanımı da kullanılmakta ve İHA bu tanımda yer alan sistemin bir parçasını oluşturmaktadır.

Bununla birlikte İHAS, üretim amacı ve fonksiyonuna göre değişim gösterebilmektedir. Savunma amaçlı olarak üretilen İHAS ekipmanı içerisinde genel olarak İHA, faydalı yük olarak nitelendirilen mühimmat ile keşif ve gözetleme amacıyla kullanılan kamera, kontrol ekipmanı yer almaktadır.

Söz konusu İHA'nı fonksiyonel olarak kullanabilmek için günümüzün diğer teknolojileri ile bağdaştırmak gerekmektedir. Bu çalışma da hedeflerin tespit ve teşhis aşamalarından sonra gerçekleştirilecek olan imha sürecine katkıda bulunarak atış başarısını artırılmasını sağlayacaktır. Bu sayede hedeflerin imha edilmesi sürecinde hedef çevresinde bulunan farklı detayların (insan, hayvan, bina vb.) zarar görmesinin engellenmesi ve bu zararın önlenmesiyle birlikte görünürlük analizi yaparak hedefin etkin bir şekilde imha edilmesi hedeflenmektedir.

Bununla birlikte harekatların ülkelerin ekonomisi için de önemli maliyetler doğurduğu bir gerçektir. Yapılacak çalışma, atış başarısını arttırarak hedef çevresindeki detayların zarar görmesini engellemekle birlikte atışın başarısız olmasından kaynaklanacak mühimmat maliyetini de ortadan kaldıracaktır.

Belirtilen hedeflere ek olarak; bu çalışmada genellikle Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) alanında kullanılan görünürlük analizine farklı bir boyut kazandırılmıştır. Görünürlük analizinin Elektrik Elektronik Mühendisliği alanında İHA teknolojisi ile birlikte kullanılarak literatüre katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir. Ayrıca yapılacak çalışmanın güvenlik ile ilgisi olması sebebiyle başarıya ulaşması sonucu ortaya çıkacak tablonun güvenlik problemi yaşayan ülkeler açısından önemli olduğu değerlendirilmek ile birlikte insansız sistemlerde bir operatör tarafından manuel olarak icra edilen bir fonksiyonun otomatize edilerek dahil edilmesi ile farklı bir otonom özelliği kazandırmış olacaktır.

Bu çerçevede çalışma üç safhada gerçekleştirilmiş olup, kısaca ilk safhada yeryüzü üzerinde hedef olarak nitelendirilebilecek herhangi bir nokta ve İHA'nın hareket ettiği rota belirlenmiştir. İkinci safhada ise bu rota üzerinde hedefe yönelik olarak istenen aralıklarla görünürlük analizi (Line of Sight -LOS) yapılmıştır. Son aşamada ise görünürlük analiz sonuçları avantaj- dezavantaj yönünden değerlendirilerek İHA'nın hareket ettiği rotaya göre seçilebilecek en uygun LOS hattı belirlenmiştir.

Sonuç olarak yapılan çalışmada, yeryüzü üzerinde hedef olarak nitelendirilen bir nokta ile İHA'nın hareket ettiği rota arasında atışın başarılı bir şekilde gerçekleştirilerek çevreye verilebilecek olası hasarın önüne geçilmesi amaçlanmıştır.

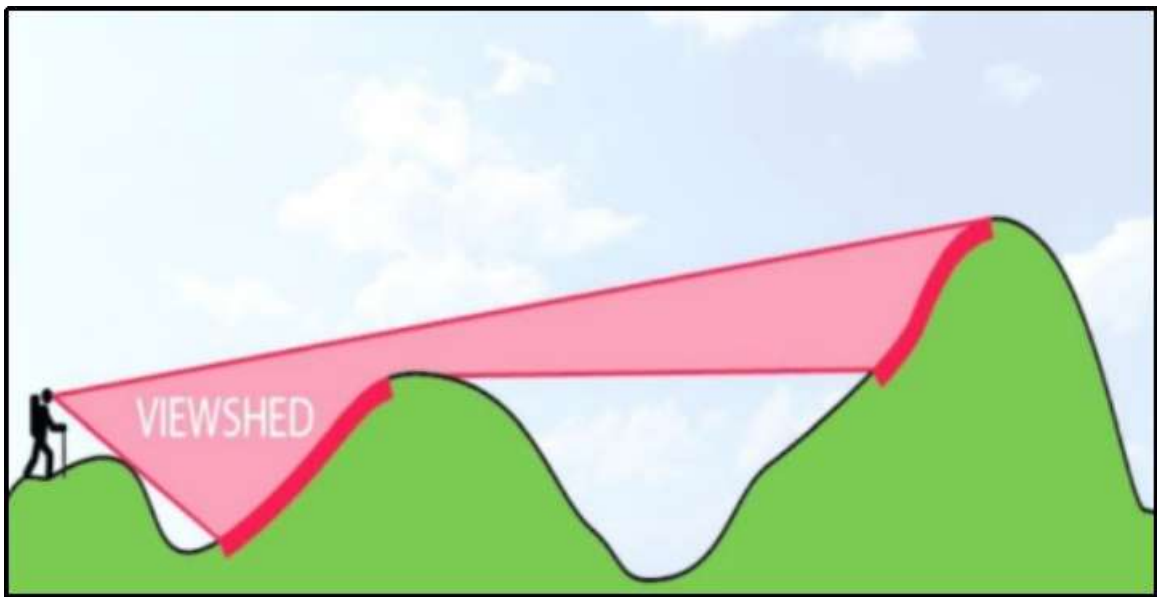
2. YÖNTEM

2.1. Görünürlük Analizi Yöntemleri

ArcMap yazılımı içerisinde birden fazla görünürlük analizi yöntemi bulunmaktadır. İlerleyen bölümlerde bu yöntemler ile hangi yöntemin neden seçildiğine yönelik bilgi verilmiştir.

2.1.1. Görünürlük Analizi (Viewshed Analysis)

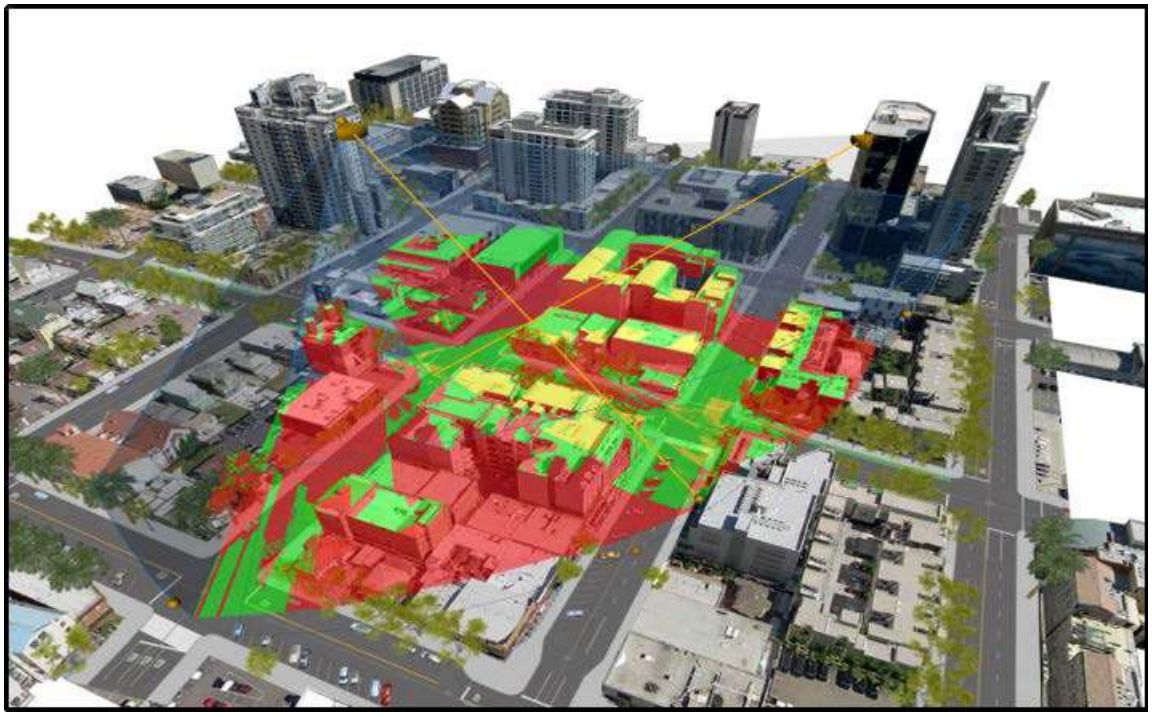
Bu analiz türü belirlenen bir gözlem noktasından 360 derece tarama yaparak görünür ve görünmez bölgelerin belirlenmesini sağlamak amacıyla kullanılır. Viewshed analizine yönelik örnek Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Viewshed analizine yönelik örnek şekil (GeoSpatial Tutorials, 2024).

2.1.2. Gözlem Noktaları Analizi (Observer Points Analysis)

Bu analiz türü birden fazla gözlem noktası kullanılarak görünür ve görünmez bölgelerin belirlenmesini sağlamak amacıyla kullanılır. Observer Points analizine yönelik örnek Şekil 2'de verilmiştir.

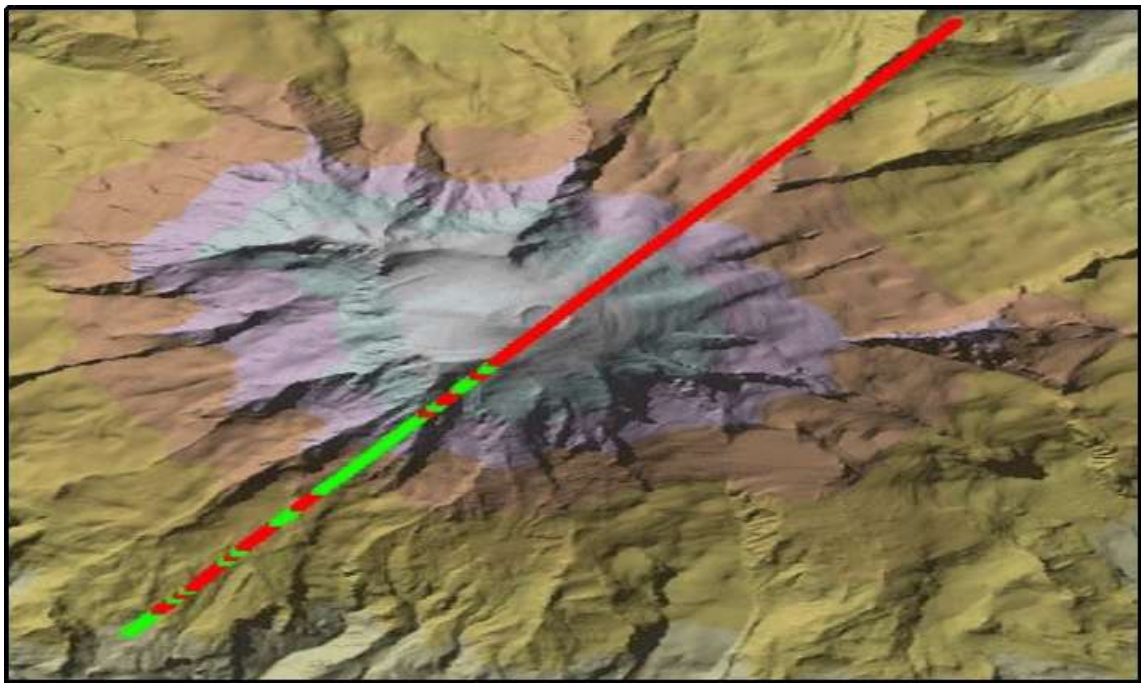


Şekil 2. Observer Points analizine yönelik örnek şekil (Esri, 2024).

2.1.3. Görüş Hattı Analizi (Line of Sight)

Bu analiz türü ise belirli iki nokta arasında doğrudan bir hat çekerek iki nokta arasında görüşü engelleyen herhangi bir engelin olup olmadığını tespit etmek amacıyla kullanılır. LOS analizine yönelik örnek Şekil 3'de verilmiştir.

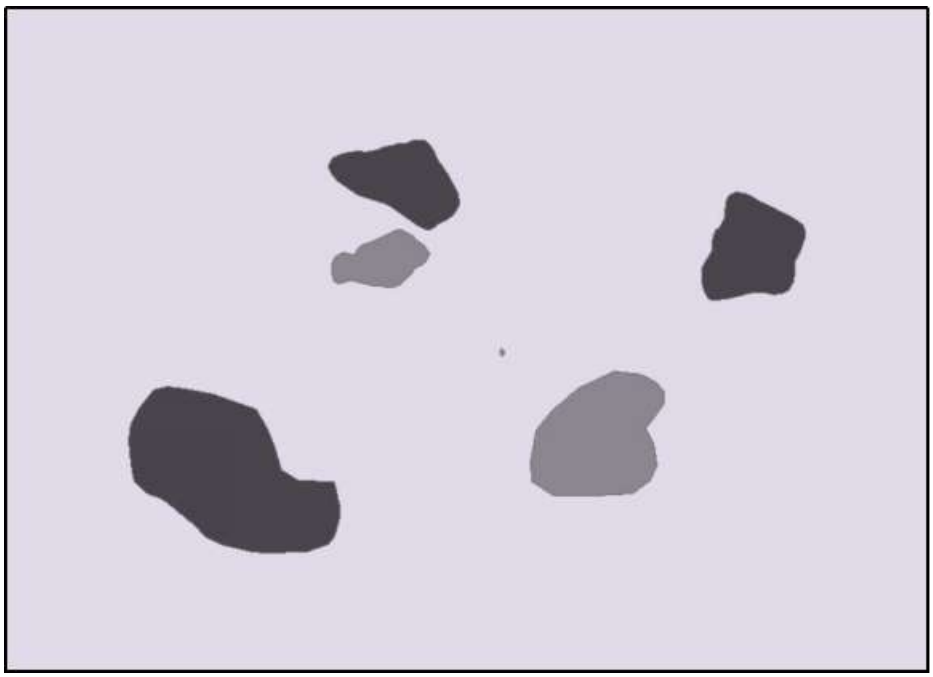
İHA'nın belirli bir noktadan hedef noktaya doğrudan görüş açısını değerlendirmek için daha uygun olması sebebiyle bu yöntem tercih edilmiştir.



Şekil 3. LOS analizine yönelik örnek şekil (GIS Lounge, 2013).

2.2. Meteorolojik Durum Haritaları

Çalışma gerçek hayata uyarlılığı artırabilmek maksadıyla meteorolojik durum göz önüne alınarak gerçekleştirilmiştir. Bunun nedeni ise yapılacak görünürlük analizi meteorolojik koşullar altında gerçekleştirilecektir. Çalışmanın meteorolojik koşullar altında gerçekleşecek olması nedeniyle Şekil 4'de sunulan örnek meteorolojik harita oluşturulmuş ve yeryüzü üzerinde belirli bir yükseklikte yer alan bulutların farklı kalınlık seviyeleri baz alınarak yoğunluk seviyeleri belirlenmiştir. Oluşturulan meteorolojik haritaların DTED verileri ile bütünleştirilerek çalışmada kullanılması sağlanmıştır. Bu maksatla belirlenen yoğunluk seviyeleri Tablo 1'de verilmiştir.



Şekil 4. HDF_AĞRI bölgesine ait meteorolojik durum haritası

Tablo 1

Bulut kalınlıklarına göre yoğunluk seviyesi tablosu

Bulut Kalınlığı (m)	Yoğunluk Seviyesi
0-9	Yok/Çok Düşük
10-14	Düşük
15-19	Orta
20-29	Yüksek
30-39	Çok Yüksek

2.3. Çalışma Alanı ve Hedeflerin Belirlenmesi

Proje kapsamında Ağrı ilinde bulunan Ağrı Dağının olduğu bölge örnek çalışma alanı olarak seçilmiş ve Şekil 5'de gösterilmiştir. Bu bölgenin seçilme nedeni yükseklik farkının belirgin düzeyde görülebilir olmasıdır. Bu nedenle çalışma sonuçları görsel olarak da daha iyi bir şekilde simüle edilebilmektedir.



Şekil 5. Ağrı iline ait çalışma bölgesi

Hedef olarak belirlenen noktaya ait bilgi tablosu Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2

Hedef bilgi tablosu

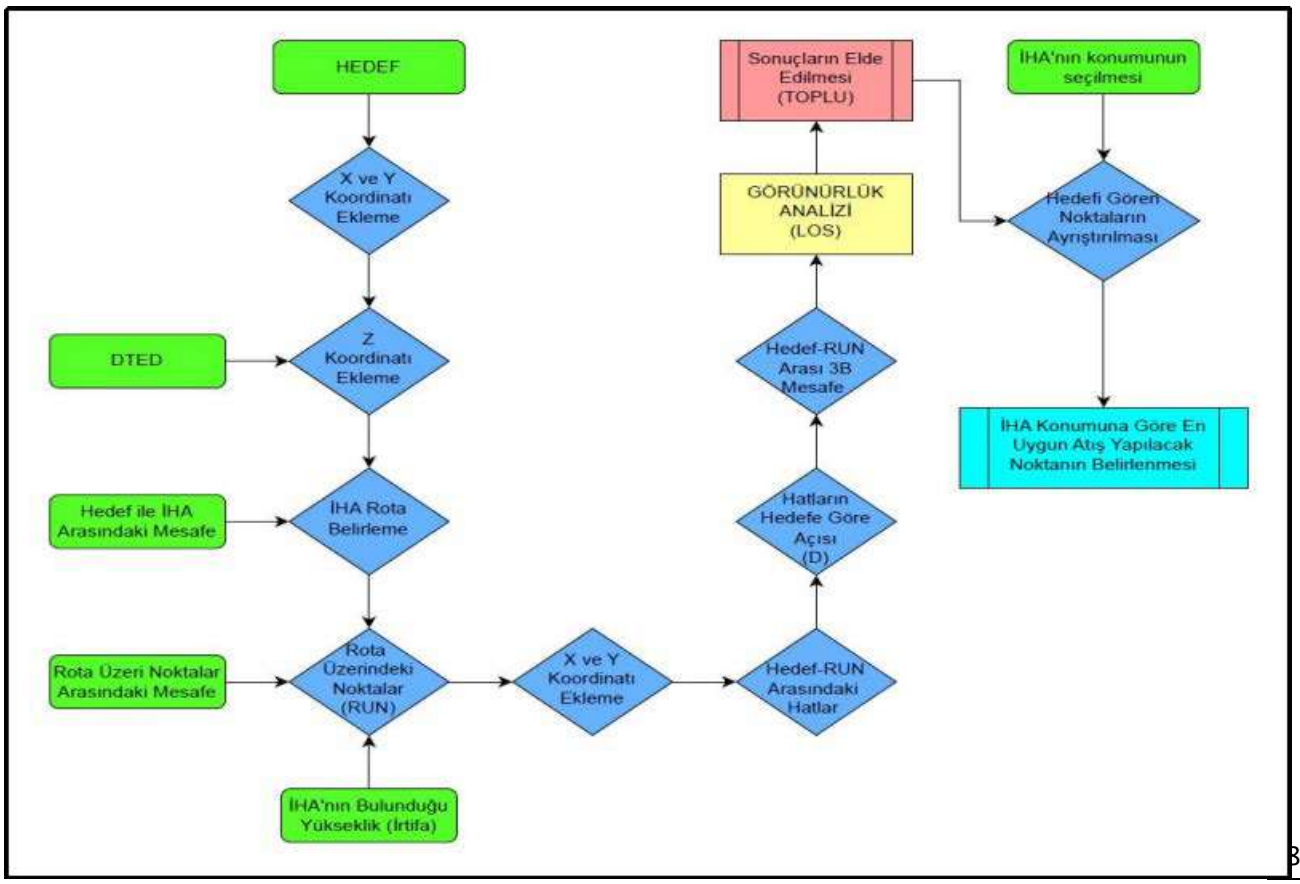
Hedef Adı	Enlem (WGS84)	Boylam (WGS84)	Yükseklik (WGS84)
HDF_AĞRI	44,343597° K	39,837647° D	1162,024 m

2.4. Veri Toplama ve Hazırlık Süreci

Çalışma kapsamında kullanılan DTED verileri USGS resmi veri kaynağından 25 m çözünürlüğe sahip SRTM verisi olarak temin edilmiştir. Bu veriler ArcMap ortamında raster veri formatında düzenlenmiştir.

2.4.1. Görünürlük Analizi Modeli

Görünürlük analizi işleminin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi maksadıyla birden fazla işlemin yapılması gerekliliği nedeniyle, bu işlemlerin belirli bir sıra dahilinde yapılabilmesi ve işlem adımlarının detaylı olarak planlanabilmesi için bir model oluşturulmuştur. Bu model oluşturulurken ArcMap programı içerisinde yer alan Model Builder aracı ve Python kodlama dilinden yararlanılmıştır. Model genel olarak 12 aşamadan oluşmaktadır ve bu aşamalarda hangi işlemlerin yapıldığına yönelik akış diyagramı Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Görünürlük analizi akış diyagramı

Görünürlük analizi işleminin gerçekleştirilmesi için öncelikle yeryüzü üzerinde hedef olarak tanımladığımız herhangi bir noktanın belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışma hedef nokta, Ağrı ilinde yer almaktadır.

Söz konusu hedef belirlendikten sonra hedefe ait enlem ve boylam koordinatları WGS84 coğrafi koordinat sisteminde derece cinsinden tanımlanmaktadır. Ayrıca enlem ve boylam koordinatlarına ek olarak hedefin yükseklik değerinin de tanımlanması gerekmektedir.

Hedefin yükseklik değerinin tanımlanması yeryüzüne ait yükseklik değerlerinin yer aldığı DTED verisi aracılığıyla gerçekleştirilmektedir.

Hedef ile ilgili gerekli tanımlamalar yapıldıktan sonra İHA'nın hareket edeceği rotanın tanımlanması gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle İHA ile hedef arasındaki mesafenin belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada İHA ile hedef arasındaki mesafe 20 km olarak belirlenmiş ve merkez noktası hedef olmak üzere 20 km yarıçapında bir çember olacak şekilde İHA rotası belirlenmiştir.

İHA belirlenen rota üzerinde hareket ederken öncelikle hangi irtifada olacağı değişken olarak tanımlanabilmektedir. Bununla birlikte hedefe kaç metre aralıklarla görünürlük analizi yapılması isteniyorsa bu mesafe değişken olarak tanımlanmakta ve rota üzerinde belirlenen mesafe aralığı boyunca noktalar oluşturulmaktadır.

Oluşturulan noktaya ait enlem ve boylam koordinatlarının tanımlanması ile birlikte rota üzerinde oluşturulan noktalar enlem, boylam ve yükseklik (irtifa) bilgisine sahip olmaktadır.

Bu aşamadan sonra hedef ile oluşturulan noktalar arasında doğrudan hatlar oluşturulmakta ve bu hatların hedefe göre hangi açıyla yer aldıkları hesaplanmaktadır.

Buna ek olarak, hedef ve rota üzerinde oluşturulan noktalar arasındaki yatay, dikey ve doğrusal mesafe görünürlük analizi sonuç tablosunda gösterilmek üzere hesaplanmaktadır. Söz konusu işlemlerin tamamlanmasını müteakip çalışma görünürlük analizi yapımına uygun hale gelmektedir.

Görünürlük analizi işlemi gerçekleştirildikten sonra İHA'nın hedefi doğrudan veya kısmi olarak gördüğü ve hiç görmediği hatlara ait sonuç ürün elde edilmektedir. Bu sonuç ürün çalışma alanının konumu ve büyüklüğüne göre içerisinde çok fazla veri barındırabilmektedir. Bu sonuçların daha anlaşılabilir olabilmesi maksadıyla sadece İHA'nın hedefi doğrudan görebildiği hatlar ayrıştırılmıştır. Çalışmada ideal hava koşulları altında HDF_AĞRI isimli hedef 14 adet noktadan kesintisiz olarak meteorolojik olarak olumsuz hava koşullarının olduğu durumda hedef 6 adet noktadan kesintisiz olarak görülebilmektedir.

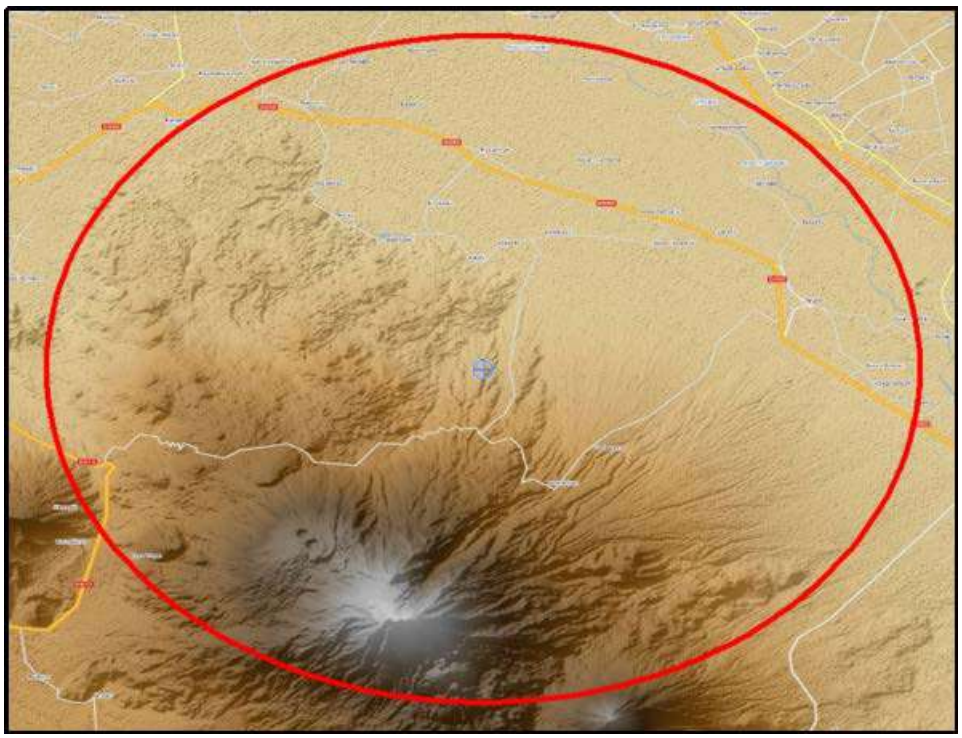
Ayrışımı yapılan hatlar içerisinde İHA'nın bulunduğu nokta yine değişken olarak seçilebilmekte ve yapılan bu seçime göre atışın en kısa sürede yapılabileceği nokta belirlenebilmektedir.

Sonuç olarak yeryüzü üzerinde belirlenen herhangi bir hedefin bir İHA tarafından direkt olarak görülebileceği doğrultu belirlenebilmekte ve böylece hava aracının o doğrultu üzerinden atış yaparak hem hedefi sorunsuz bir şekilde imha edebilecek hem de çevresel faktörlerin olumsuz etkilenmesinin önüne geçilecektir.

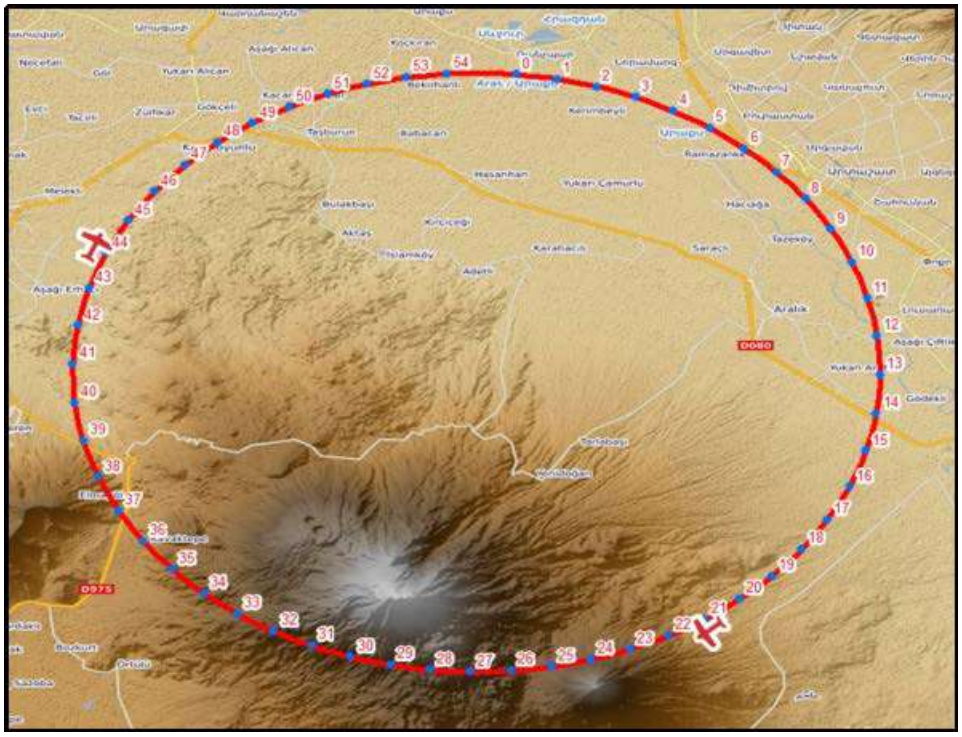
3. BULGULAR

Yapılan tez çalışmasında yeryüzü üzerinde hedef olarak belirlenen herhangi bir noktanın arada herhangi bir engel olmaksızın bir İHA tarafından görülerek atış başarısının artırılması amaçlanmıştır. Bu maksatla çalışma iki farklı bölgede yer alan hedefler üzerinde gerçekleştirilmiş ve öncelikli olarak meteorolojik durumun ideal olduğu (olumsuz bir hava durumunun olmadığı) durum simüle edilmiştir. Meteorolojik durumun ideal olduğu koşul altında çalışma icra edilirken bununla beraber hava aracının farklı irtifalarda nasıl sonuçlar verdiğine yönelik olarak da gözlem yapılmıştır.

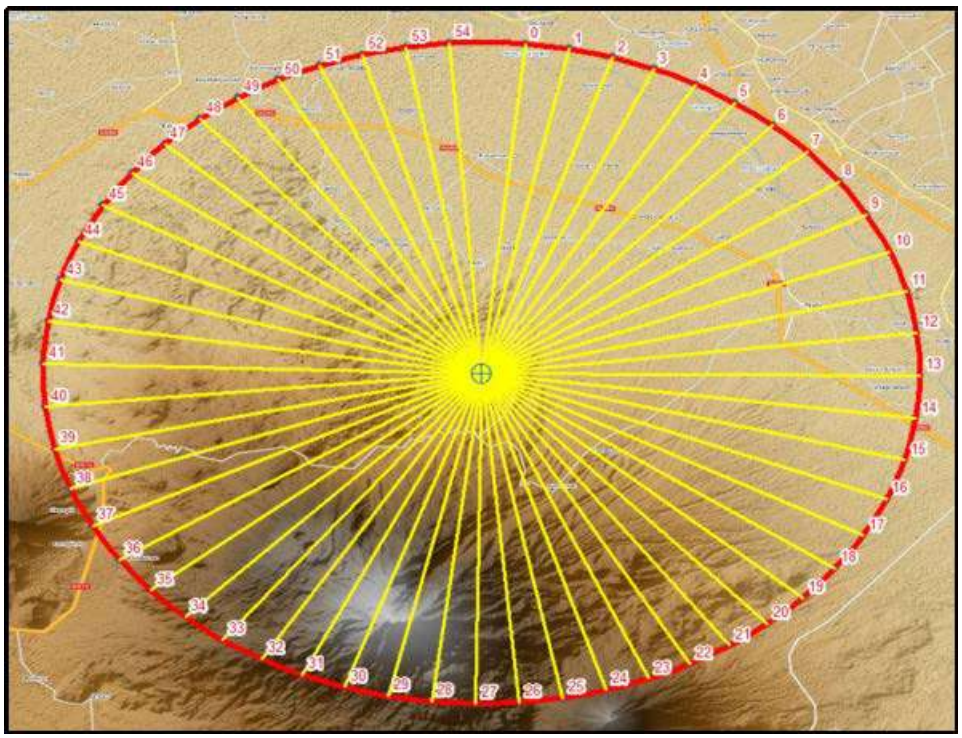
Öncelikle iki hedefin yeryüzü üzerinde bulunduğu noktalar ile İHA'nın noktalara göre hareket ettiği rotaları, rotalar üzerinde oluşturulan noktalar ile hava aracının bulunduğu konum ve hedef noktalar ile rota üzerindeki noktalar arasında oluşturulan görüş hatlarına yönelik görsel haritalar Şekil 7, Şekil 8 ve Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 7. HDF_AĞRI noktasının yeryüzü üzerindeki konumu ve İHA rotası



Şekil 8. HDF_AĞRI İHA rotası üzerinde oluşturulan noktalar ve İHA konumu



Şekil 9. HDF_AĞRI ile İHA rotası üzerindeki noktalar arası hatlar

Sonuç olarak çalışmaya ait bulgular Tablo 3'te yer alan senaryolar esas alınarak bu başlıklar altında sunulacaktır.

Tablo 3

Görünürlük analizi senaryoları

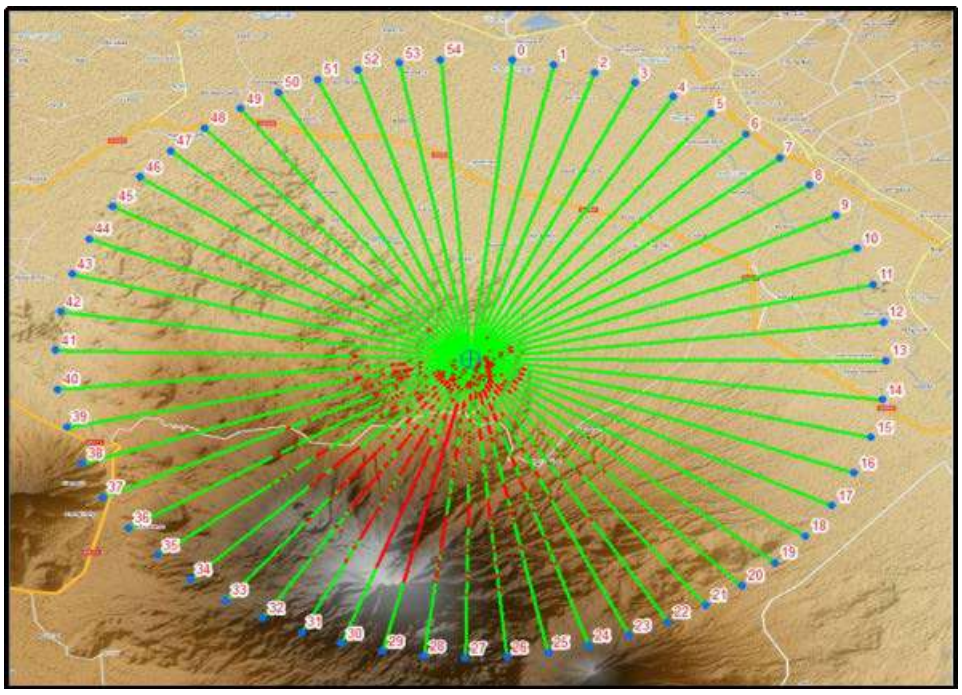
Senaryo Adı	İrtifa (m)	Meteorolojik Yoğunluk Seviyesi
Senaryo 1	6500	Yok/ Çok Düşük (İdeal)
Senaryo 2	5000	Yok/ Çok Düşük (İdeal)
Senaryo 3	6500	Çok Yüksek
Senaryo 4	5000	Çok Yüksek

3.1. İdeal Meteorolojik Koşul (Olumsuz Hava Koşullarının Olmadığı Durum)

Günlük yaşam içerisinde olumsuz hava koşulları ile olumlu hava koşulları beraber yaşanmaktadır. Bu nedenle iki farklı duruma yönelik olarak çalışma yapılmış olup bu bölümde meteorolojik koşulların ideal olduğu durum ele alınmıştır.

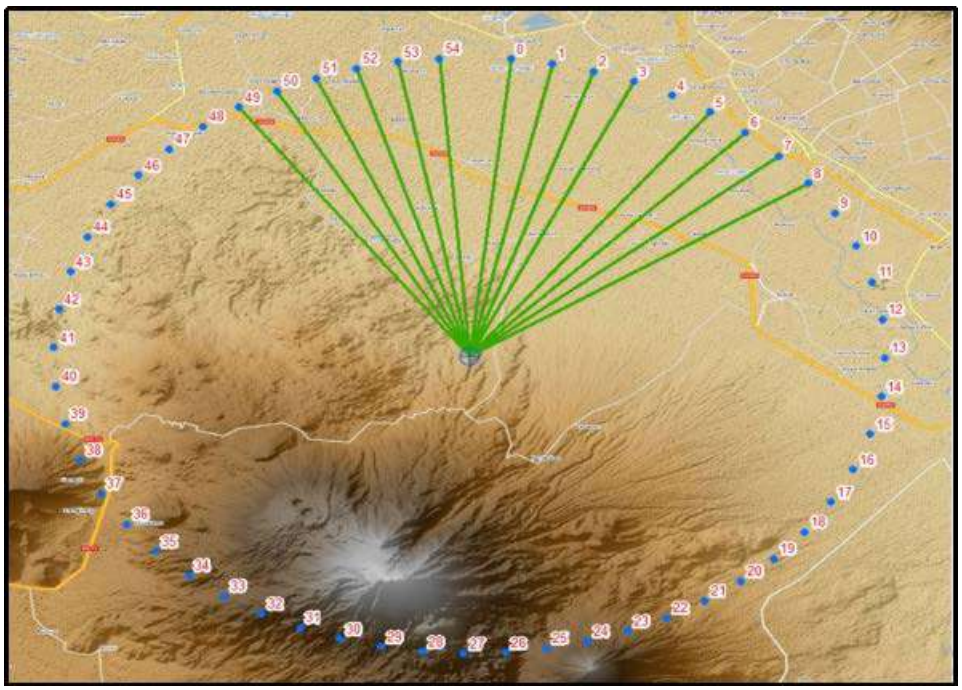
3.1.1. Senaryo 1

Görünürlük analizine göre hedefin hangi noktadan görünüp görünmediğine yönelik görünürlük analiz sonucu Şekil 10'da verilmiştir.



Şekil 10. HDF_AĞRI isimli hedefe göre görünürlük analizi sonucu (Senaryo 1)

Hedeflerin İHA tarafından arada herhangi bir engel olmaksızın görülebildiği analiz sonuçları Şekil 11'de verilmiştir.



Şekil 11. HDF_AĞRI hedefinin İHA ile kesintisiz görülebildiği hatlar (Senaryo 1)

İHA'nın bulunduğu konuma göre en kısa sürede atış yapılabilecek noktadan başlamak üzere üretilen görünürlük analizi sonuç tabloları Şekil 4.12 ve Şekil 4.13'de verilmiştir.

SourceOI	MESAFE	POINT_X	POINT_Y	Height	AZIMUTH	POINT_X_1	POINT_Y_1	Z	YatayUz	HatUz	DikeyUz
8	28544,064459	44,534143	39,941983	6500	241,29643	44,343597	39,837647	1162,024322	19972,130579	5337,975682	5337,975678
7	30120,308643	44,517282	39,958219	6500	235,231648	44,343597	39,837647	1162,024322	19982,046245	5337,975682	5337,975678
6	31552,69365	44,498682	39,972435	6500	229,005247	44,343597	39,837647	1162,024322	19990,685123	5337,975682	5337,975678
5	32851,370341	44,478708	39,984649	6500	222,586403	44,343597	39,837647	1162,024322	19999,687946	5337,975681	5337,975678
3	35079,639137	44,435756	40,003193	6500	209,104582	44,343597	39,837647	1162,024322	20015,495624	5337,975681	5337,975678
2	36020,944217	44,413227	40,009577	6500	202,047385	44,343597	39,837647	1162,024322	20018,658969	5337,975681	5337,975678
1	36857,412972	44,390253	40,014109	6500	194,810023	44,343597	39,837647	1162,024322	20021,00554	5337,975681	5337,975678
0	37595,432023	44,366996	40,016836	6500	187,439808	44,343597	39,837647	1162,024322	20024,640838	5337,975681	5337,975678
54	38635,219361	44,326652	40,017258	6500	174,610696	44,343597	39,837647	1162,024322	20024,036881	5337,975681	5337,975678
53	39110,314888	44,303338	40,015066	6500	167,215368	44,343597	39,837647	1162,024322	20024,628371	5337,975681	5337,975678
52	39485,968455	44,280272	40,011026	6500	159,935903	44,343597	39,837647	1162,024322	20020,897267	5337,975681	5337,975678
51	39760,666463	44,257614	40,005118	6500	152,823099	44,343597	39,837647	1162,024322	20013,571036	5337,975681	5337,975678
50	39936,583974	44,235521	39,99736	6500	145,914365	44,343597	39,837647	1162,024322	20008,723862	5337,975681	5337,975678
49	40004,666345	44,214202	39,987678	6500	139,223819	44,343597	39,837647	1162,024322	20002,601924	5337,975681	5337,975678

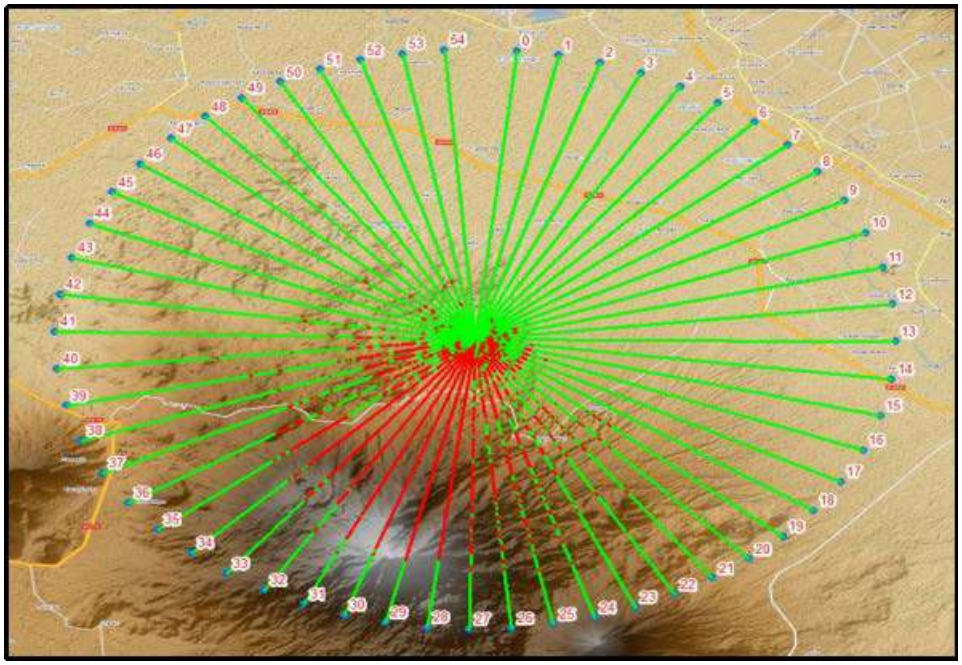
Şekil 12. HDF_AĞRI hedefine 21 nolu noktadan analiz sonuç tablosu (Senaryo 1)

SourceOID	MESAFE	POINT_X	POINT_Y	Height	AZIMUTH	POINT_X_1	POINT_Y_1	Z	YatayUz	HatUz	DikeyUz
49	11315,804623	44,214202	39,987678	6500	139,223819	44,343597	39,837647	1162,024322	20002,601924	5337,975681	5337,975678
50	13324,620724	44,235521	39,99736	6500	145,914365	44,343597	39,837647	1162,024322	20008,723862	5337,975681	5337,975678
51	15257,844101	44,257614	40,005118	6500	152,823099	44,343597	39,837647	1162,024322	20013,571036	5337,975681	5337,975678
52	17122,69428	44,280272	40,011026	6500	159,935903	44,343597	39,837647	1162,024322	20020,897267	5337,975681	5337,975678
53	18920,914379	44,303338	40,015066	6500	167,215368	44,343597	39,837647	1162,024322	20024,628371	5337,975681	5337,975678
54	20656,513284	44,326652	40,017258	6500	174,610696	44,343597	39,837647	1162,024322	20024,036881	5337,975681	5337,975678
0	23518,105909	44,366996	40,016836	6500	187,439808	44,343597	39,837647	1162,024322	20024,640838	5337,975681	5337,975678
1	25104,476417	44,390253	40,014109	6500	194,810023	44,343597	39,837647	1162,024322	20021,00554	5337,975681	5337,975678
2	26641,229866	44,413227	40,009577	6500	202,047385	44,343597	39,837647	1162,024322	20018,658969	5337,975681	5337,975678
3	28127,7332	44,435756	40,003193	6500	209,104582	44,343597	39,837647	1162,024322	20015,495624	5337,975681	5337,975678
5	30941,907197	44,478708	39,984649	6500	222,586403	44,343597	39,837647	1162,024322	19999,687946	5337,975681	5337,975678
6	32265,693653	44,498682	39,972435	6500	229,005247	44,343597	39,837647	1162,024322	19990,685123	5337,975682	5337,975678
7	33527,391476	44,517282	39,958219	6500	235,231648	44,343597	39,837647	1162,024322	19982,046245	5337,975682	5337,975678
8	34716,878916	44,534143	39,941983	6500	241,29643	44,343597	39,837647	1162,024322	19972,130579	5337,975682	5337,975678

Şekil 13. HDF_AĞRI hedefine 44 nolu noktadan analiz sonuç tablosu (Senaryo 1)

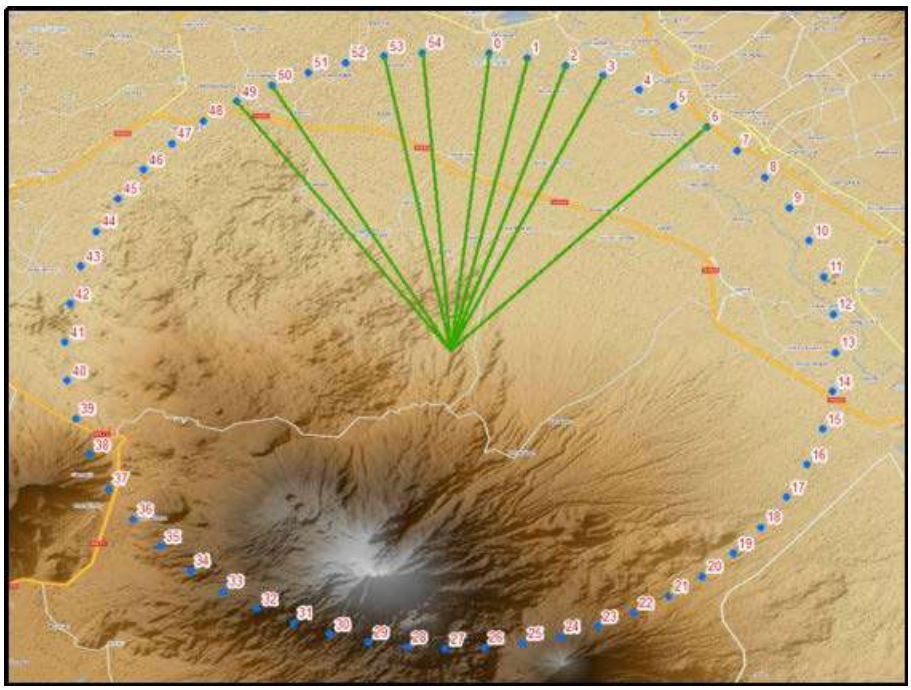
3.1.2. Senaryo 2

Görünürlük analizine göre hedeflerin hangi noktadan görünüp görünmediğine yönelik görünürlük analiz sonuçları Şekil 14'de verilmiştir.



Şekil 14. HDF_AĞRI isimli hedefe göre görünürlük analizi sonucu (Senaryo 2)

Hedeflerin İHA tarafından arada herhangi bir engel olmaksızın görülebildiği analiz sonuçları Şekil 15'de verilmiştir.



Şekil 15. HDF_AĞRI hedefinin İHA ile kesintisiz görülebildiği hatlar (Senaryo 2)

İHA'nın bulunduğu konuma göre en kısa sürede atış yapılabilecek noktadan başlamak üzere üretilen görünürlük analizi sonuç tabloları Şekil 16 ve Şekil 17'de verilmiştir.

SourceOID	MESAFE	POINT_X	POINT_Y	Height	AZIMUTH	POINT_X_1	POINT_Y_1	Z	YatayUz	HatUz	DikeyUz
6	31552,69365	44,498682	39,972435	5000	229,005247	44,343597	39,837647	1162,024322	19990,685123	3837,975683	3837,975678
3	35079,639137	44,435756	40,003193	5000	209,104582	44,343597	39,837647	1162,024322	20015,495624	3837,975682	3837,975678
2	36020,944217	44,413227	40,009577	5000	202,047385	44,343597	39,837647	1162,024322	20018,658969	3837,975682	3837,975678
1	36857,412972	44,390253	40,014109	5000	194,810023	44,343597	39,837647	1162,024322	20021,00554	3837,975682	3837,975678
0	37595,432023	44,366996	40,016836	5000	187,439808	44,343597	39,837647	1162,024322	20024,640838	3837,975682	3837,975678
54	38635,219361	44,326652	40,017258	5000	174,610696	44,343597	39,837647	1162,024322	20024,036881	3837,975682	3837,975678
53	39110,314888	44,303338	40,015066	5000	167,215368	44,343597	39,837647	1162,024322	20024,628371	3837,975682	3837,975678
50	39936,583974	44,235521	39,99736	5000	145,914365	44,343597	39,837647	1162,024322	20008,723862	3837,975682	3837,975678
49	40004,666345	44,214202	39,987678	5000	139,223819	44,343597	39,837647	1162,024322	20002,601924	3837,975683	3837,975678

Şekil 16. HDF_AĞRI hedefine 21 nolu noktadan analiz sonuç tablosu (Senaryo 2)

SourceOID	MESAFE	POINT_X	POINT_Y	Height	AZIMUTH	POINT_X_1	POINT_Y_1	Z	YatayUz	HatUz	DikeyUz
49	11315,804623	44,214202	39,987678	5000	139,223819	44,343597	39,837647	1162,024322	20002,601924	3837,975683	3837,975678
50	13324,620724	44,235521	39,99736	5000	145,914365	44,343597	39,837647	1162,024322	20008,723862	3837,975682	3837,975678
53	18920,914379	44,303338	40,015066	5000	167,215368	44,343597	39,837647	1162,024322	20024,628371	3837,975682	3837,975678
54	20656,513284	44,326652	40,017258	5000	174,610696	44,343597	39,837647	1162,024322	20024,036881	3837,975682	3837,975678
0	23518,105909	44,366996	40,016836	5000	187,439808	44,343597	39,837647	1162,024322	20024,640838	3837,975682	3837,975678
1	25104,476417	44,390253	40,014109	5000	194,810023	44,343597	39,837647	1162,024322	20021,00554	3837,975682	3837,975678
2	26641,229866	44,413227	40,009577	5000	202,047385	44,343597	39,837647	1162,024322	20018,658969	3837,975682	3837,975678
3	28127,7332	44,435756	40,003193	5000	209,104582	44,343597	39,837647	1162,024322	20015,495624	3837,975682	3837,975678
6	32265,693653	44,498682	39,972435	5000	229,005247	44,343597	39,837647	1162,024322	19990,685123	3837,975683	3837,975678

Şekil 17. HDF_AĞRI hedefine 44 nolu noktadan analiz sonuç tablosu (Senaryo 2)

Şekil 16 ve Şekil 17 arasındaki sonuç tablolarında; hedefi gören nokta numarası ile koordinatı, nokta ile İHA arası mesafe, İHA'nın irtifası, noktanın hedefe göre açısı, hedefin koordinatı ve hedef ile hedefi gören nokta arasındaki yatay, düşey ve hat uzunluğu bilgileri yer almaktadır.

Senaryo 1 ve Senaryo 2'de yer alan sonuç ürünler incelendiğinde görülebilen hatların hedeflerin kuzey bölgesinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bunun nedeni ise hedeflerin güneyinde yer alan bölgelerin kuzeyde yer alan bölgelere göre daha yüksek detaylara sahip olmasıdır. Bu durum gözle görülebileceği gibi analiz sonuçlarına da yansımıştır. Görüldüğü üzere bu iki senaryo da sadece yükseklik verisine göre bir sonuç üretilmiştir. Bunun nedeni ise meteorolojik durumun ideal olması yani herhangi olumsuz bir meteorolojik koşulun oluşmadığının kabul edilerek görünürlük analizinin gerçekleştirilmiş olmasıdır. Senaryo 1 ve Senaryo 2 dışındaki senaryolarda meteorolojik koşulların çok yüksek yoğunluk seviyelerine göre görünürlük

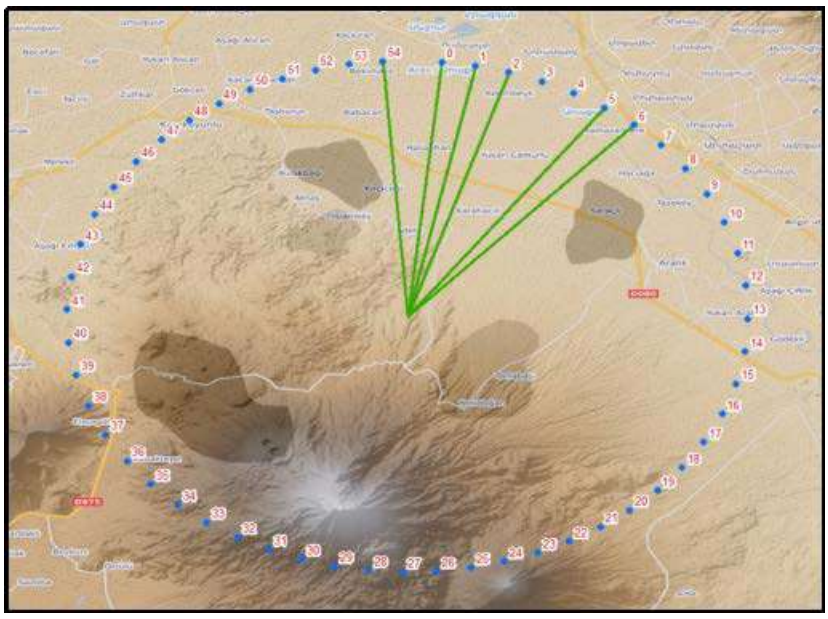
analizine dahil edilerek günlük hayattaki gerçek durumlara daha yakın sonuçlar elde edilmesi sağlanmıştır.

3.2. İdeal Olmayan Meteorolojik Koşul (Olumsuz Hava Koşullarının Olduğu Durum)

Bu bölümde meteorolojik koşulların yoğunluk seviyelerinin tamamına ait detaylı sonuç ürün çıktısı verilmeyecek olup sadece görünürlük haritaları verilecektir. Fakat tüm yoğunluk seviyelerine ait sonuç ürün tablosu verilerek genel değerlendirme tabloda yer alan veriler üzerinden yapılacaktır.

3.2.1. Senaryo 3

Hedeflerin İHA tarafından arada herhangi bir engel olmaksızın görülebildiği analiz sonucu Şekil 18'de verilmiştir.

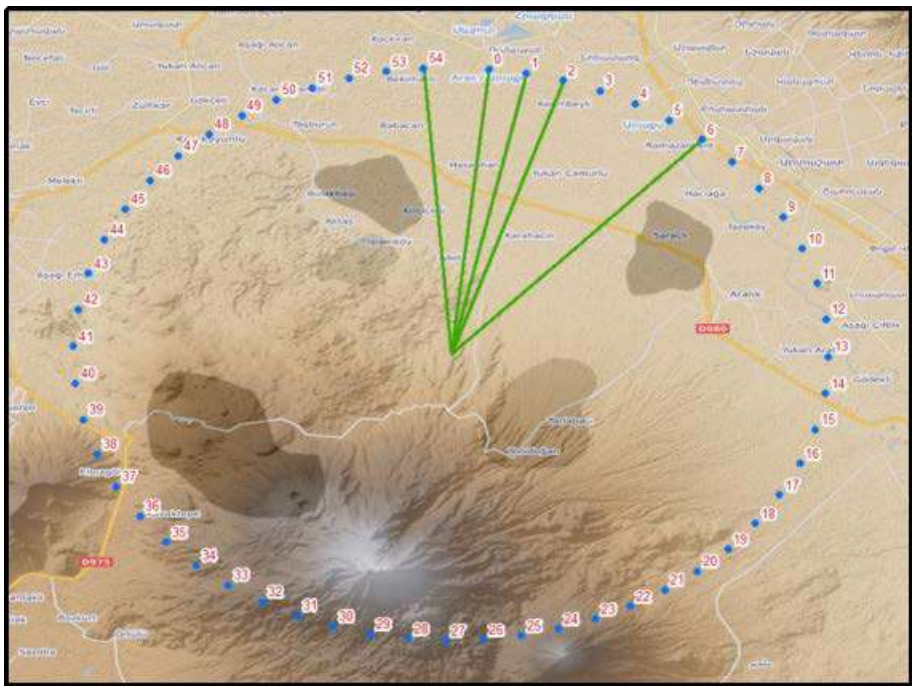


Şekil 18. HDF_AĞRI hedefinin İHA ile kesintisiz görülebildiği hatlar (Senaryo 6)

Şekil 18 incelendiğinde çok yüksek bir yoğunluklu meteorolojik koşulda yoğunluğun olduğu bölgelerde görünürlük oranı %0 olmaktadır. Bu durum, meteorolojik koşulların çok kötü olduğu durumlarda hedefin tespit ve imhasının oldukça zor hatta imkânsız olabileceğini göstermektedir.

3.2.2. Senaryo 4

Hedeflerin İHA tarafından arada herhangi bir engel olmaksızın görülebildiği analiz sonucu Şekil 19'da verilmiştir.



Şekil 19. HDF_AĞRI hedefinin İHA ile kesintisiz görülebildiği hatlar (Senaryo 10)

Çalışmanın sonuç ürün çıktıları göz önüne alındığında meteorolojik olarak yoğunluk seviyesinin artmasıyla görünürlük hat sayısı azalmaktadır. Meteorolojik yoğunluk seviyeleri ve farklı irtifalara (5000 m ve 6500 m) göre oluşan görünürlük hat sayılarının genel hat sayısına oranları Tablo 4'de verilmiştir.

Bununla birlikte İHA'nın yine farklı irtifalarda (5000 m ve 6500 m) bulunduğu iki farklı konuma (21 ve 44 numaralı nokta) göre başarılı bir atışın gerçekleşebileceği en yakın noktaya ait sonuçlar Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 4

Görünürlük hat sayısının genel hat sayısına oranı

Hedef	İrtifa (m)	Yoğunluk Seviyesi	Toplam Hat Sayısı	Görülen Hat Sayısı	Görünürlük Oranı (%)
HDF_AĞRI	6500	Yok/ Çok Düşük	55	14	25,45
	6500	Çok Yüksek	55	6	10,91
	5000	Yok/ Çok Düşük	55	9	16,36
	5000	Çok Yüksek	55	5	9,09

Tablo 4'de yer alan bilgiler değerlendirildiğinde görünürlük oranının en yüksek olduğu durum meteorolojik koşulların ideal (Yok/Çok Düşük) olduğu durumdur. Bununla birlikte artan yoğunluk seviyesine bağlı olarak görünürlük oranı giderek düşmektedir. Bu sonuçlar meteorolojik koşulların başarılı bir atış için ne derece önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 5

İHA'nın konumuna göre en yakın nokta

Hedef	İrtifa (m)	Yoğunluk Seviyesi	21 Nolu Konuma Göre En İyi Atış Konumu	44 Nolu Konuma Göre En İyi Atış Konumu
HDF_AĞRI	6500	Yok/ Çok Düşük	8	49
	6500	Çok Yüksek	6	54
	5000	Yok/ Çok Düşük	6	49
	5000	Çok Yüksek	6	54

Tablo 5'te yer alan bilgiler değerlendirildiğinde İHA'nın görünürlük analizi esnasında bulunduğu konuma ve irtifaya göre atış yapabileceği en uygun nokta belirlenmiştir. Bu durum zamanın kısıtlı olduğu durumlarda en kısa sürede nereden atış yapılabileceğine referans olabilmektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

İHA ile atış başarısının artırılmasına yönelik yapılan bu çalışmada insan faktörünün elimine edilerek DTED verisi kullanımıyla görünürlük analizinin yapılmasının öncelikle daha önce yapılmamış bir çalışma olması sebebiyle bir farkındalık oluşturacağı değerlendirilmektedir. Bununla beraber insan kaynaklı oluşabilecek hataların önüne geçilmiş olunacaktır.

Görünürlük analizinin etkili olması haricinde başarılı bir atışı etkileyen bazı etkenler bulunmaktadır. Bu etkenler genel olarak meteorolojik koşullar, mühimmat etki mesafesi, İHA'nın teknik kabiliyeti, İHA ile hedef arasındaki mesafe ve ataletsel ölçüm ünitelerinin (IMU) mesafe arttıkça hata biriktirme oranının artmasıdır.

İHA ile hedef arası mesafe arttıkça meteorolojik koşulların mühimmata etkisi artacağından mühimmatın stabil duruşunu sağlayan IMU'lar hata biriktirecek ve bu hata oranının artmasıyla mühimmatın hedeften sapması söz konusu olabilecektir.

Bununla birlikte, İHA ile hedef arası mesafe arttıkça hedef daha yatay bir açıdan görülecektir. Bu da yapılan atışta hedef ile İHA arasına daha fazla yeryüzü detayı girmesine neden olacaktır. Bu nedenle İHA ile hedef arasındaki mesafe kısaldıkça daha dik bir açıdan atış gerçekleştirilecek ve böylelikle atış başarı oranı artacaktır.

Ek olarak, atış yapılacak en iyi açının tespit edilebilmesi için görünürlük analizi yapılacak noktaların artması gerekmektedir. Bu çalışmada rota üzerinde görünürlük analizi yapılacak nokta aralıkları 2 km olarak seçilmiş olup bu mesafe ile 55 adet analiz hattı oluşturulmuştur. Mesafe kısaldıkça analiz yapılacak hat sayısı da artacağından en etkili atış yapılacak açı tespit edilecektir. Bununla beraber nokta sayısının artmasının analiz süresinin artmasına neden olacağı da göz önünde bulundurulmalıdır.

Oluşturulan modelde İHA'nın bulunduğu konuma en yakın konumdan başlamak üzere hedefi direkt gören noktalar tespit edilmektedir. Bu durum zaman ve maliyet açısından avantaj olarak karşımıza çıkmaktadır. Bununla beraber çalışmaya meteorolojik durumlarda simüle edilerek İHA'ya en yakın noktanın atış yapılabilecek en uygun nokta olduğuna yönelik kesin bir sonuç elde edilmesi sağlanmıştır.

Yapılan çalışmayı somut olarak uygulama imkânı olmadığından hedef ile İHA arasındaki mesafe ve İHA'nın irtifası da örneklem olarak seçilmiş ve sonuçlar bu değerlere göre alınmıştır. Çalışmanın somut olarak uygulanması ile daha kesin sonuçların alınabileceği değerlendirilmektedir.

5. KAYNAKLAR

Abuazab, H. K. (2021). Cbs Tabanlı Görünürlük Analizlerinin Şehir Planlama Süreçlerine Entegrasyonu (Master's thesis, Konya Teknik Üniversitesi).

Alblas, L. (2012). Archaeological visibility analysis with GIS. The Council of Europen Geodetic Surveyors, 1-7.

Ardahanlıoğlu, Z. R. (2024). Ölüdeniz-Kıdrak tabiat parkı kumburnu bölümünün görünürlük analizi. Social sciences studies journal (SSSJournal), 9(115), 8568-8579.

Bereket, H. (2019). Yangın gözetleme kulelerinin konumsal analizi: Isparta Orman Bölge Müdürlüğü örneği (Master's thesis, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).

Bozdağ, İ. (2018). Arkeolojide CBS analizlerinin uygulanması: Eflatunpınar ve Fasıllar örneği (Master's thesis, Necmettin Erbakan University (Turkey)).

Coşar, M., Tombuş, F. E., Ozulu, İ. M., & İlçi, V. (2017). Dış ortam kablosuz networklerde uygun sinyal dağılımının görünürlük analizi yöntemiyle belirlenmesi.

Çelik, A. Yangın kulelerinin izleyebildiği alanların cbs ortamında belirlenmesi ve yeterliliklerinin değerlendirilmesi (Adana Orman Bölge Müdürlüğü örneği) (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Çetin, A. (2019). Antalya bölgesinde yer alan beş yıldızlı otellerin mekân dizim (space syntax) yöntemi ile incelenmesi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

De Floriani, L., Marzano, P., & Puppo, E. (1994). Line-of-sight communication on terrain models. International journal of geographical information systems, 8(4), 329-342.

Erdoğan, A. (2019). Yangın riski taşıyan orman alanlarında uygulanan yangın koruma çalışmalarının CBS teknikleri ile planlanması (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Fossen, T. I., Breivik, M., & Skjetne, R. (2003). Line-of-sight path following of underactuated marine craft. IFAC proceedings volumes, 36(21), 211-216.

Frieze, A., Kleinberg, J., Ravi, R., & Debany, W. (2009). Line-of-sight networks. Combinatorics, Probability and Computing, 18(1-2), 145-163.

Galton, A. (1994, September). Lines of sight. In AISB Workshop on Spatial and Spatio-Temporal Reasoning (Vol. 35, pp. 37-39). Dublin, Ireland: Dublin University Press.

Garnero, G., & Fabrizio, E. (2015). Visibility analysis in urban spaces: a raster-based approach and case studies. Environment and Planning B: Planning and Design, 42(4), 688-707.

Göltas, M., Ayberk, H., & Kücük, O. (2024). Forest fire occurrence modeling in Southwest Turkey using MaxEnt machine learning technique. iForest-Biogeosciences and Forestry, 17(1), 10.

Günen, M. A. (2021). Fotogrametrik Nokta bulutunun Görünürlük Analizinde Kullanımı: Gümüşhane Seyir Terası Yer Seçimi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (28), 295-299.

Jan, C. A. H. A. (2018). Line of sight analyst: arcGIS python toolbox for visibility analyses. Geograph Cassovien, 12(1), 5-15.

Kennedy, P. J., & Kennedy, R. L. (2003). Direct versus indirect line of sight (LOS) stabilization. IEEE Transactions on control systems technology, 11(1), 3-15.

Kudu, U. M. (2019). Yangın gözetleme kuleleri konumlarının coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla uygunluğunun değerlendirilmesi (Ilgaz Orman İşletme Müdürlüğü örneği) (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Lu, Y., Peponis, J., & Zimring, C. (2009). Targeted visibility analysis in buildings. Correlating Targeted.

Okuyucu, E. B. A methodology for assessment of spatial performance in hospital buildings through immersive virtual reality and behavioural sequence analysis.

O'Sullivan, D., & Turner, A. (2001). Visibility graphs and landscape visibility analysis. International journal of geographical information science, 15(3), 221-237.

Ödül, H. (2023). Hitit Kenti Sarissa'nın (Kuşaklı) Görünürlük Analizi (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Özkıdık, M. (2019). Improved viewshed analysis algorithms for avionics applications (Master's thesis, Middle East Technical University (Turkey)).

Özler, C. Gelibolu tarihi alanı yangınlarının görünürlük analizi ile incelenmesi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Öztürk, Ö. (2018). Mekân dizimi yöntemiyle mekansal değişimin incelenmesi Yıldız Teknik Üniversitesi Davutpaşa Kampüsü örneği (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Pezone, R. (2023). Visibility analysis in strategic scenario using innovative GIS tools (Doctoral dissertation, Politecnico di Torino).

Popelka, S., & Vozenilek, V. (2010). Landscape visibility analysis and their visualisation. ISPRS Arch, 38(4).

Qiang, Y., Shen, S., & Chen, Q. (2019). Visibility analysis of oceanic blue space using digital elevation models. Landscape and urban planning, 181, 92-102.

Ruzickova, K., Dohnalova, M., & Ruzicka, J. (2012). Sensitivity analysis of analysis of visibility from line. GIS Ostrava.

Ruzickova, K., Ruzicka, J., & Bitta, J. (2021). A new GIS-compatible methodology for visibility analysis in digital surface models of earth sites. Geoscience Frontiers, 12(4), 101109.

Seljak, U., & Zaldarriaga, M. (1996). A line of sight approach to cosmic microwave background anisotropies. arXiv preprint astro-ph/9603033.

Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü. (2020). İnsansız hava aracı sistemleri talimatı (SHT-İHA). Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. https://www.shgm.gov.tr

Şeker, Ç. (2010). Weighted multi-visibility analysis on directional paths (Master's thesis, Middle East Technical University (Turkey)).

Topaloğlu, M. Ö. (2013). Boyabat Orman İşletme Müdürlüğünde yanıcı madde ile topoğrafik özelliklere göre yangın tehlikesinin haritalanması ve yangın gözetleme kulelerinin görünürlük analizi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Wheatley, D. (2014). Connecting landscapes with built environments: visibility analysis, scale and the senses. Spatial analysis and social spaces: interdisciplinary approaches to the interpretation of prehistoric and historic built environments. Berlin: De Gruyter, 115-134.

Yalçınkaya, S., & Çolakoğlu, M. B. (2022). A Visibility Algorithm Based on Voxel Modeling Method Developed for Architectural Geometries. Legal Depot D/2022/14982/02, 57.

Yang, P. P. J., Putra, S. Y., & Li, W. (2007). Viewsphere: a GIS-based 3D visibility analysis for urban design evaluation. Environment and Planning B: Planning and Design, 34(6), 971-992.

Yenel Güler, G. The effects of generic and targeted visibility on work-process interactions in open-plan offices (Doctoral dissertation, Bilkent University).

A DEEP LEARNING-BASED APPROACH FOR GASTRIC CANCER DIAGNOSIS USING HISTOPATHOLOGICAL IMAGES

HİSTOPATOLOJİK GÖRÜNTÜLER ÜZERİNDEN MİDE KANSERİ TANISI İÇİN DERİN ÖĞRENME TABANLI BİR YAKLAŞIM

Rümeysa SALMAN[1], Kadir SABANCI[2]

[1]Yüksek Lisans Öğrencisi, 0009-0004-1099-1730

[2]Doçent, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, 0000-0003-0238-9606

Özet

Mide kanseri, dünya genelinde yüksek ölüm oranlarına sahip, ciddi sağlık problemlerinden biridir. Erken evrede teşhis edilmemesi durumunda tedavi süreci zorlaşmakta ve ölümle sonuçlanma riski artmaktadır. Bu nedenle, hızlı ve doğru tanı koyulabilen sistemlerin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, mide kanseri hücrelerinin histopatolojik görüntüler üzerinden sınıflandırılmasına yönelik bir derin öğrenme modeli geliştirilmiştir. Modelin temelinde, güncel ve yüksek performanslı bir mimari olan EfficientNetV2B0 bulunmaktadır. Model, mide kanseri teşhisine özel olarak hazırlanmış olan GasHisSDB veri seti üzerinde eğitilmiş ve test edilmiştir. Veri seti, "temiz" ve "tümörlü" olmak üzere iki farklı sınıftan oluşmaktadır. Görüntülerin %72'si eğitim, %8'i doğrulama ve %20'si test işlemleri için kullanılmıştır. Çalışmada ayrıca EfficientNetB0, EfficientNetB1, DenseNet169, ResNet101, NASNetMobile ve Xception gibi farklı derin öğrenme mimarileri de karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Yapılan sınıflandırmalar sonucunda, EfficientNetV2B0 mimarisi %93.69 doğruluk oranı ile en yüksek başarıyı göstermiştir. EfficientB0, EfficientNetB1, DenseNet169, NASNetMobile ve Xception ile elde edilen doğruluk oranları sırasıyla %92.10, %90.49, %89.60, %75.40 ve %71.10 olarak elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, derin öğrenme tabanlı modellerin, mide kanseri gibi hayati öneme sahip hastalıkların teşhisinde yüksek doğruluk oranlarıyla kullanılabileceğini göstermektedir. Bu tür otomatik sistemler, teşhis sürecini hızlandırarak hekimlerin karar verme sürecine katkı sağlayabilir. Çalışma, tıbbi görüntüleme alanında yapay zekâ destekli çözümlerin potansiyelini ortaya koymakta ve gelecekteki klinik uygulamalara ışık tutmaktadır.

Anahtar kelimeler: Mide kanseri, EfficientNetB0, GasHisSDB, Görüntü Sınıflandırma

Abstract

Gastric cancer is one of the serious health problems with high mortality rates worldwide. If not diagnosed at an early stage, the treatment process becomes more difficult, and the risk of fatality increases. Therefore, the development of systems capable of providing rapid and accurate diagnosis is of great importance. In this study, a deep learning model was developed for the classification of gastric cancer cells based on histopathological images. At the core of the model lies EfficientNetV2B0, a modern and high-performance architecture. The model was trained and tested on the GasHisSDB dataset, which is specifically designed for gastric cancer diagnosis. The dataset consists of two categories: "normal" and "tumorous." 72% of the images were used for training, 8% for validation, and 20% for testing. Additionally, other deep learning architectures such as EfficientNetB0, EfficientNetB1, DenseNet169, and NASNetMobile were

evaluated for comparative purposes. Among these, EfficientNetV2B0 achieved the highest classification accuracy with %93.69. The accuracy rates obtained with EfficientB0, EfficientNetB1, DenseNet169, NASNetMobile and Xception were %92.10, %90.49, %89.60, %75.40 ve %71.10, respectively. These results indicate that deep learning-based models can be used effectively and with high accuracy in diagnosing life-threatening diseases such as gastric cancer. Such automated systems can accelerate the diagnostic process and assist physicians in clinical decision-making. This study highlights the potential of AI-based approaches in medical imaging and aims to contribute to future clinical applications..

Keywords: Gastric Cancer, EfficientNetB0, GasHisSDB, Image Classification

1. GİRİŞ

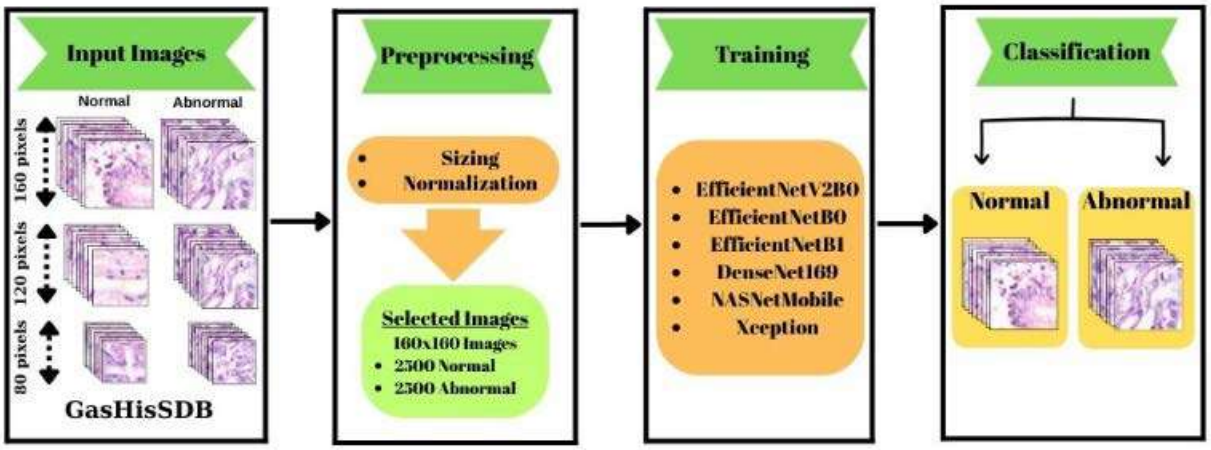
Mide kanseri, 2020 yılında dünya genelinde 1 milyondan fazla vakaya ve yaklaşık 769.000 ölüme neden olarak en ölümcül kanserler arasında yer almıştır. Özellikle Doğu Asya ve Güney-Orta Asya'da yaygın görülen bu hastalık, erken teşhis için etkili tanı sistemlerine duyulan ihtiyacı artırmaktadır [1]. Mide kanserinin erken teşhisi, hastanın yaşam şansını belirleyen en kritik faktördür [2]. Mide kanserine ilişkin hücresel düzeydeki değişimlerin, histopatolojik görüntüler üzerinden uzmanlar tarafından yorumlanması oldukça zordur. Görüntülerdeki kanserli hücrelerin insan gözüyle tespiti; zaman alıcı, yoruma açık ve hata oranı yüksek bir süreçtir [3]. Bu nedenle, bilgisayar destekli tanı sistemleri kullanılarak yapılan analizler; hem teşhis sürecini hızlandırmakta hem de tanı doğruluğunu artırmaktadır [4]. Dijital patoloji ile entegre derin öğrenme (DL) tabanlı bilgisayarlı görme teknikleri, yüksek hacimli histopatolojik görüntüleri kısa sürede ve tekrarlanabilir doğrulukla analiz etme potansiyeli sunar. Özellikle Evrişimsel Sinir Ağları (CNN), kolon, prostat ve akciğer kanserlerinde referans patoloğa yakın AUC değerlerine ulaşmıştır [5,6]. Mide kanseri özelinde GasHisSDB veri seti, 245.196 adet H&E yaması (80x80-120x120-160x160 px) ile literatürde en sık başvurulan açık erişimli bir görüntü veri setidir [7,8]. EfficientNet-B0/B1, DenseNet-169 ve ResNet-50 gibi yaygın CNN omurgaları bu veri setinde %90'ın üzerinde doğruluk sergilemiştir; ancak bu çalışmalar çoğunlukla tek merkezli verilerle yapılmış ve modellerin karar süreçlerini açıklayan analizler sınırlı kalmıştır [9,10,11]. Son yıllarda EfficientNetV2, Vision Transformer (ViT) ve attention-tabanlı melez ağlar gibi yeni nesil mimariler hem parametre verimliliği hem de genel doğrulukta klasik CNN'leri geride bırakmaya başlamıştır [12,13,14]. Wang ve ark. (2019) tam slayt görüntülerinde geliştirdikleri RMDL yöntemiyle çok sınıflı mide kanseri ayrımında %86,5 doğruluk elde etmiştir [15]. Wu ve ark. (2020) magnifiye NBI endoskopi görüntülerinde %85,3 doğruluk rapor etmiştir [16]. Noda ve ark. (2022) ResNet-50 tabanlı sistemleriyle %83,2 doğruluk bildirmiştir [17]. Li ve ark. (2020) ise M-NBI tabanlı çalışmasında %90,91 doğruluk değerine ulaşmıştır [18]. Sonuç olarak, kanser teşhisinin zamanında yapılması ve erken tespiti, etkili tedaviyi sağlamada ve başarılı bir tedavi için potansiyeli en üst düzeye çıkarmada büyük önem taşımaktadır. Bu sorunu uygun şekilde çözme ve sağ kalım oranını uzatma yeteneği, bu durumun erken teşhisi ile desteklenmektedir. ML ve Derin Öğrenme (DL), teknolojik çağımızda akıllı veri odaklı sistemler geliştirmek için güvenilir ve etkili yöntemler sunmaktadır [19, 20].

GasHisSDB (Gastric Histopathology Subtype Database) veri seti, mide kanserinin histopatolojik teşhisine yönelik olarak hazırlanmış, açık erişimli bir görüntü veri setidir [21]. Bu çalışma, GasHisSDB'den dengeli olarak seçilen 5 000 adet 160 × 160 piksel yamalar kullanılarak altı farklı DL mimarisi (EfficientNetV2B0, EfficientNetB0, EfficientNetB1, DenseNet169, NASNetMobile ve Xception) kullanılarak sınıflandırılmış ve elde edilen

performans metrikleri karşılaştırılmıştır. En yüksek sınıflandırma EfficientNetV2B0 modeli ile elde edilmiştir.

2. YÖNTEM

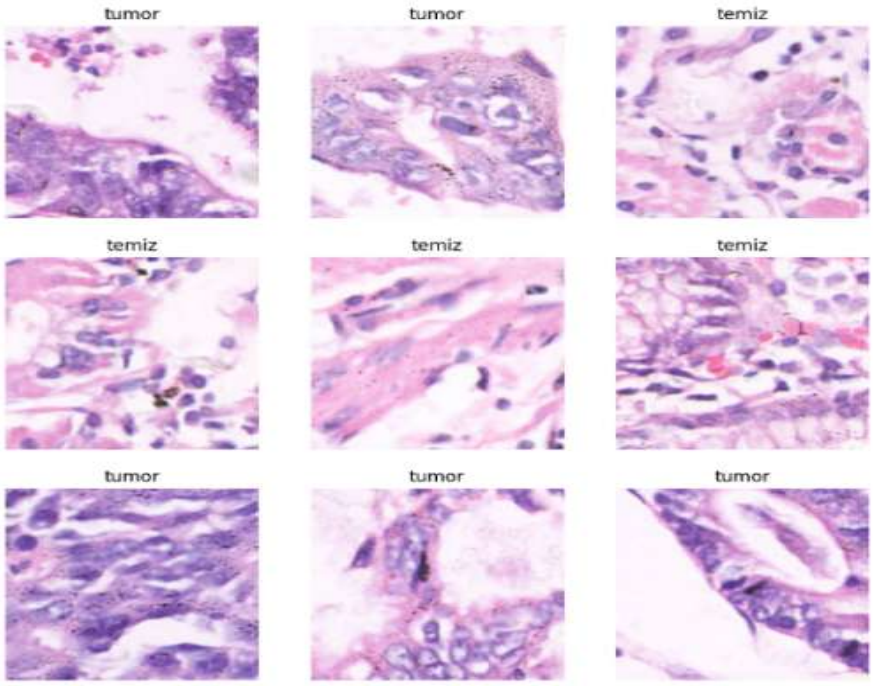
Bu çalışmada, mide kanseri tanısında kullanılmak üzere derin öğrenme tabanlı bir sınıflandırma modeli geliştirilmiştir. Süreç, veri toplama aşamasından modelin eğitimi ve test edilmesine kadar çok aşamalı bir yapıya sahiptir. İlk olarak, GasHisSDB veri setinden elde edilen histopatolojik görüntüler "normal" ve "anormal" olarak etiketlenmiş, ardından bu görüntüler boyutlandırma ve normalizasyon gibi temel ön işleme adımlarına tabi tutuldu. Görsel veriler eğitim için hazır hâle getirildikten sonra EfficientNetV2B0 başta olmak üzere toplam altı farklı derin öğrenme mimarisi kullanılarak eğitim gerçekleştirilmiştir. Eğitim süreci sonunda elde edilen modeller test verisi üzerinde değerlendirilmiş ve sınıflandırma sonuçları analiz edilmiştir. Çalışmaya ait blok diyagramı Şekil 1' de verilmiştir.



Şekil 1. Çalışmaya ait blok diyagramı.

2.1. Veri Seti

Bu çalışmada mide kanseri hücrelerini içeren GasHisSDB veri seti kullanılmıştır. Veri seti, mikroskop altında elde edilen mide dokusu görüntülerinden oluşmakta olup, temiz (normal) ve tümörlü (abnormal) olmak üzere iki ana sınıfa ayrılmıştır [21]. Her sınıf için 160x160 piksel boyutunda 2.500 görüntü olmak üzere toplamda 5.000 görüntü kullanılmıştır. Görsellerin boyutu eğitim için 224x224 piksel boyutuna yeniden boyutlandırılmıştır. Veri setindeki görüntülerin %72'si eğitim, %8'i doğrulama ve %20'si test işlemleri için ayrılmıştır. Şekil 2' de her iki sınıfa ait örnek görüntüler verilmiştir.



Şekil 2. GasHisSDB veri setinden örnek görüntüler.

2.2. Model Mimarisi ve Eğitimi

Mide kanserinin tespiti için altı farklı derin öğrenme modeli kullanılmıştır. Modellerin eğitimi için kullanılan parametreler Tablo 1' de verilmiştir. Yapılan sınıflandırma sonucunda en yüksek doğruluk EfficientNetV2B0 modeliyle elde edilmiştir. EfficientNet, daha az veriyle bile etkili sonuçlar verebilen, derin öğrenme temelli bir sinir ağı mimarisidir ve klasik CNN'lere göre daha başarılı bir doğruluk/verimlilik dengesi sağlamaktadır [22]. Bu mimari, önceden ImageNet üzerinde eğitilmiş ağırlıklarla başlatılmış ve sınıflandırma katmanları yeniden yapılandırılmıştır. Modelin son katmanlarında 512 nöronlu bir ReLU katmanı ve softmax aktivasyonlu 2 çıkışlı sınıflandırma katmanı eklenmiştir. Modelin tüm konvonüsyonel katmanları dondurularak yalnızca son katmanlar eğitilmiştir. Eğitim süreci boyunca 'categorical_crossentropy' kayıp fonksiyonu kullanılmış; optimizer olarak Adam algoritması (öğrenme oranı: 0.001) seçilmiştir. Değerlendirme metrikleri arasında accuracy, precision, recall, F1-score, AUC ve PRC eğrisi yer almaktadır. Eğitim 100 epoch boyunca gerçekleştirilmiş ve doğrulama setiyle izlenmiştir.

Tablo 1. Eğitim sürecine ait hiperparametreler.

Hiperparametre	**Değer**
Öğrenme Oranı	0.0001
Epoch Sayısı	100
Batch Size	32
Dropout Oranı	0.5,0.6
Optimizer	Adam

2.3. Çalışma Ortamı

Model geliştirme sürecinde Python programlama dili ile birlikte Keras, TensorFlow ve PyTorch kütüphanelerinden yararlanılmıştır. Eğitim sürecinde yüksek hesaplama gücüne sahip GPU kullanımına ihtiyaç duyulmuş ve bu ihtiyaç, Google Colaboratory (Colab) platformu aracılığıyla karşılanmıştır. Colab, yapay zekâ ve derin öğrenme projeleri için geliştirilmiş, etkileşimli ve tamamen bulut tabanlı bir ortam sunarak kullanıcıların hızlı ve erişilebilir şekilde çalışmasına olanak sağlamaktadır [23]. Tüm modeller, Google Colab ortamında çalıştırılmış, eğitim süreci boyunca GPU desteğiyle işlemler gerçekleştirilmiştir.

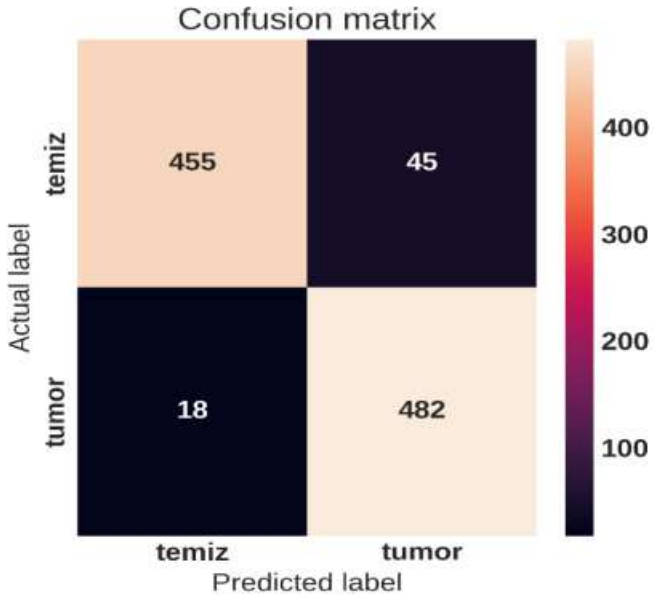
3. BULGULAR

Günümüzde transfer öğrenme yöntemleriyle desteklenen konvolüsyonel sinir ağı (CNN) mimarileri, medikal görüntü sınıflandırma çalışmalarında önemli başarılar elde etmektedir. Özellikle EfficientNet mimarisi, performans ile model boyutu arasında verimli bir denge sağlayarak öne çıkmaktadır. Bu çalışmada, EfficientNetV2B0 mimarisi kullanılarak mide kanserine ait histopatolojik görüntüler "temiz" ve "tümörlü" olarak sınıflandırılmıştır. Model, Google Colab ortamında eğitilmiş ve başarımı çeşitli metriklerle değerlendirilmiştir. Model, eğitim süreci boyunca hem eğitim hem de doğrulama veri seti üzerinde yüksek performans sergilemiştir. Bu bölümde geliştirilen EfficientNetV2B0 modeline ve karşılaştırmalı olarak test edilen diğer derin öğrenme mimarilerine ait sınıflandırma sonuçları detaylı şekilde sunulmuştur.

Tablo 2. 6 farklı derin öğrenme modeline ait sonuçlar.

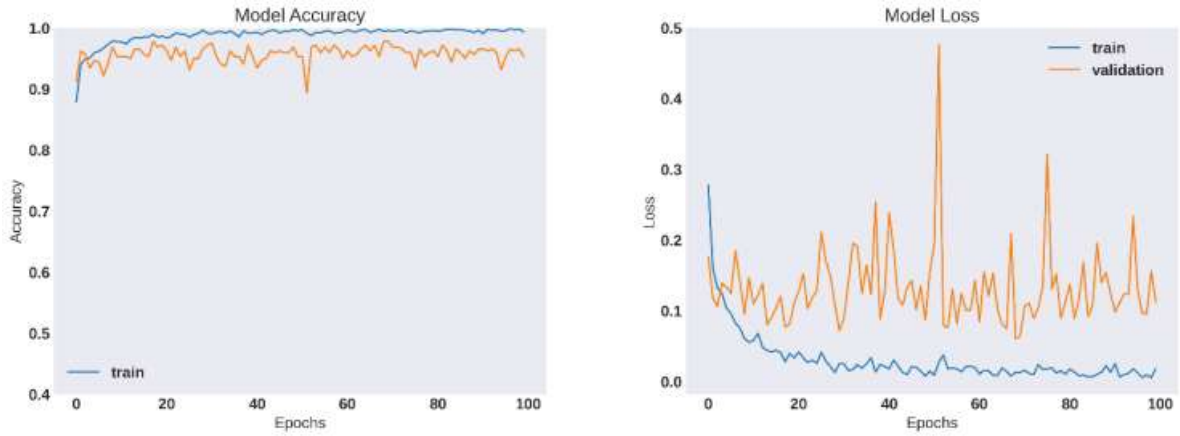
	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score	AUC-ROC	PRC-AUC
EfficientNetV2B0	0.936	0.915	0.964	0.939	0.971	0.964
EfficientNetB0	0.921	0.896	0.952	0.923	0.959	0.949
EfficientNetB1	0.904	0.888	0.926	0.906	0.949	0.936
DenseNet169	0.896	0.853	0.956	0.901	0.950	0.943
NASNetMobile	0.754	0.708	0.862	0.778	0.817	0.794
Xception	0.711	0.653	0.898	0.756	0.782	0.776

Tablo 2'ye göre, EfficientNetV2B0 mimarisi tüm metriklerde en yüksek başarıyı sergileyerek mide kanseri histopatolojik görüntü sınıflandırmasında en etkili model olarak öne çıkmıştır. Bu model, %93.69 doğruluk, %91.5 precision ve %96.4 recall oranlarıyla dengeli ve güvenilir bir performans ortaya koymuştur. Onu takip eden EfficientNetB0 ve EfficientNetB1 mimarileri de yüksek başarı göstermiştir. Bu sonuçlar, EfficientNet mimarisinin parametre verimliliği ve sınıflandırma başarısı açısından mide kanseri teşhisinde güçlü bir aday olduğunu göstermektedir. Bu model test veri seti üzerinde değerlendirilmiş ve aşağıdaki confusion matrix elde edilmiştir. EfficientNetV2B0 mimarisi ile elde edilen confusion matrix Şekil 3' de verilmiştir. EfficientV2B0 mimarisine ait eğitim ve kayıp grafikleri ise Şekil 4' de verilmiştir.

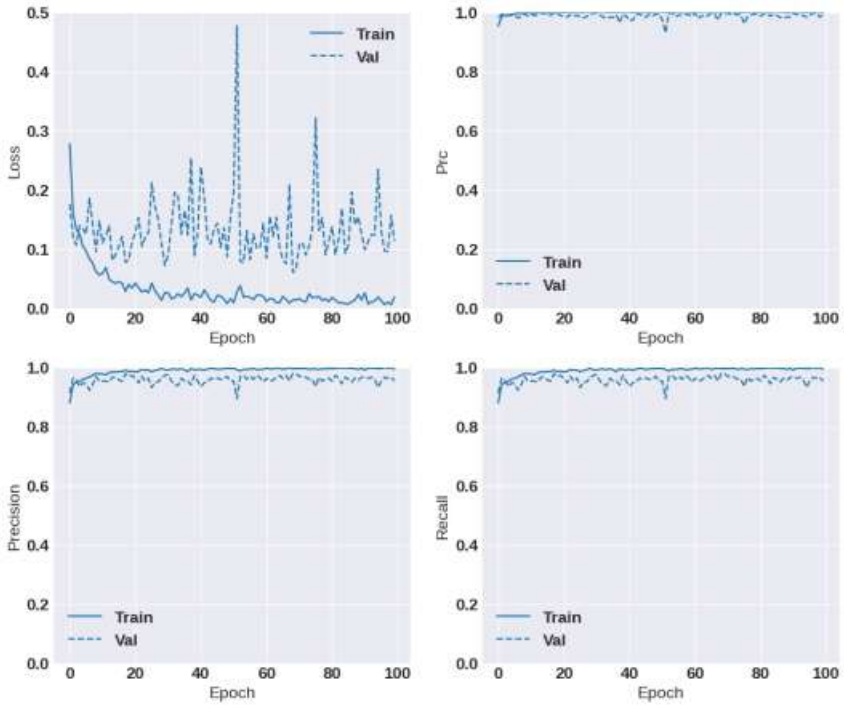


Şekil 3. EfficientV2B0 modeline ait karmaşıklık matrisi.

Modelin test verisi üzerindeki sınıflandırma başarımı, elde edilen karışıklık matrisi ile değerlendirilmiştir. Matriste yer alan değerler incelendiğinde, modelin tümörlü örnekleri büyük oranda doğru şekilde sınıflandırdığı, temiz (normal) örneklerde ise nispeten daha fazla yanlış pozitif tahmin ürettiği gözlemlenmiştir. Bu durum, modelin hastalık tespitine öncelik verdiğini ve özellikle yanlış negatifleri minimize etme eğiliminde olduğunu göstermektedir.



Şekil 4. EfficientV2B0 eğitim ve kayıp grafikleri.



Şekil 5. EficientV2B0 precision, recall, PRC ve loss eğrileri.

Bu grafikler, modelin öğrenme eğrisini, eğitim süreci boyunca davranışını ve doğrulama başarısını destekleyici biçimde göstermektedir. EfficientNet mimarisi kullanılarak geliştirilen model, mide kanseri sınıflandırmasında yüksek doğruluk ve genel başarı değerleriyle etkili sonuçlar vermiştir. Özellikle yüksek recall oranı, tümörlü görüntülerin başarılı şekilde tespit edilebildiğini göstermektedir ki bu sağlık alanında kritik öneme sahiptir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada GasHisSDB veri setinden seçilen 5 000 adet 160x160 piksel histopatolojik yama üzerinde EfficientNetV2B0, EfficientNetB0, EfficientNetB1, DenseNet169, NASNetMobile ve Xception mimarileri ayrıntılı biçimde test edilmiştir. EfficientNetV2B0 mimarisi kullanılarak geliştirilen model, mide kanseri sınıflandırmasında yüksek doğruluk (%93.69) ve genel başarı değerleriyle etkili sonuçlar vermiştir. Özellikle yüksek recall (0.937) oranı, tümörlü görüntülerin başarılı şekilde tespit edilebildiğini göstermektedir ki bu sağlık alanında büyük öneme sahiptir. Modelin konvonüsyonel katmanları dondurulmuş ve yalnızca sınıflandırıcı katmanlar eğitilmiştir. Gelecekte, konvolüsyonel katmanların kademeli çözülerek ince ayar yapılması, renk standardizasyonu ve gelişmiş veri artırma yöntemleriyle çalışmaları önerilmektedir. Ayrıca farklı hastanelerden, farklı boyama protokolleriyle elde edilmiş görüntüler eklenerek modelin gerçek hayatta karşılaşacağı varyasyonlara uyumu artırılabilir.

Bu çalışmadaki sonuçlar, EfficientNetV2B0 mimarisinin tıbbi görüntü sınıflandırma problemlerinde kullanılabilirliğini kanıtlamakta ve otomatik karar destek sistemlerinin geliştirilmesi açısından umut vadetmektedir. Bununla birlikte, modelin klinik ortamda uygulanabilmesi için daha çeşitli ve büyük veri setleri ile eğitilmesi gerekmektedir. Gelecekte farklı kanser türlerinin teşhisinde de benzer yöntemler uygulanarak sistemin genellenebilirliği test edilebilir.

5. KAYNAKLAR

[1] Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Laversanne, M., Soerjomataram, I., Jemal, A., & Bray, F. (2021). Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. CA: a cancer journal for clinicians, 71(3), 209-249.

[2] Hu, W., Li, C., Li, X., Rahaman, M. M., Ma, J., Zhang, Y., Chen, H., Liu, W., Sun, C., Yao, Y., Sun, H., & Grzegorzek, M. (2022). GasHisSDB: A new gastric histopathology image dataset for computer aided diagnosis of gastric cancer. *Computers in biology and medicine*, *142*, 105207. https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2021.105207

[3] Song, Z., Zou, S., Zhou, W., Huang, Y., Shao, L., Yuan, J., ... & Shi, H. (2020). Derin öğrenme kullanılarak mide kanseri tespiti için klinik olarak uygulanabilir histopatolojik tanı sistemi. Nature communications , 11 (1), 4294.

[4] Macit, H. S., & Sabanci, K. (2023). Benchmarking of ResNet models for breast cancer diagnosis using mammographic images. International Journal of Applied Methods in Electronics and Computers, 11(3), 128-133.

[5] Campanella, G., Hanna, M. G., Geneslaw, L., Miraflor, A., Werneck Krauss Silva, V., Busam, K. J., Brogi, E., Reuter, V. E., Klimstra, D. S., & Fuchs, T. J. (2019). Clinical-grade computational pathology using weakly supervised deep learning on whole slide images. Nature medicine, 25(8), 1301–1309. https://doi.org/10.1038/s41591-019-0508-1

[6] Jiang, X., Hu, Z., Wang, S., & Zhang, Y. (2023). Deep Learning for Medical Image-Based Cancer Diagnosis. Cancers, 15(14), 3608. https://doi.org/10.3390/cancers15143608

[7] Hu, W., Li, C., Li, X., Rahaman, M. M., Ma, J., Zhang, Y., Chen, H., Liu, W., Sun, C., Yao, Y., Sun, H., & Grzegorzek, M. (2021). GasHisSDB (Sürüm 1.0) [Veri seti]. Gitee. https://gitee.com/neuhwm/GasHisSDB

[8] Hou, L., Samaras, D., Kurc, T. M., Gao, Y., Davis, J. E., & Saltz, J. H. (2016). Patch-based convolutional neural network for whole slide tissue image classification. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 2424-2433).

[9] Yong, M. P., Hum, Y. C., Lai, K. W., Goh, C. H., Yap, W. S., & Tee, Y. K. (2023, April). Histopathological gastric cancer detection using transfer learning. In 2023 11th International Conference on Bioinformatics and Computational Biology (ICBCB) (pp. 123-129). IEEE.

[10] Zhang, K., Wang, H., Cheng, Y., Liu, H., Gong, Q., Zeng, Q., ... & Chen, D. (2024). Early gastric cancer detection and lesion segmentation based on deep learning and gastroscopic images. Scientific Reports, 14(1), 7847.

[11] Al-Otaibi, S., Rehman, A., Mujahid, M., Alotaibi, S., & Saba, T. (2024). Efficient-gastro: optimized EfficientNet model for the detection of gastrointestinal disorders using transfer learning and wireless capsule endoscopy images. PeerJ Computer Science, 10, e1902.

[12] Tan, M. ve Le, QV Efficientnetv2: Daha küçük modeller ve daha hızlı eğitim. arXiv 2021. arXiv ön baskısı arXiv:2104.00298 .

[13] Dosovitskiy, A., Beyer, L., Kolesnikov, A., Weissenborn, D., Zhai, X., Unterthiner, T., ... & Houlsby, N. (2020). An image is worth 16x16 words: Transformers for image recognition at scale. arXiv preprint arXiv:2010.11929.

[14] Ashayeri, H., Sobhi, N., Pławiak, P., Pedrammehr, S., Alizadehsani, R., & Jafarizadeh, A. (2024). Transfer learning in cancer genetics, mutation detection, gene expression analysis, and syndrome recognition. Cancers, 16(11), 2138.

[15] Wang, S., Zhu, Y., Yu, L., Chen, H., Lin, H., Wan, X., ... & Heng, PA (2019). RMDL: Tüm slayt mide görüntü sınıflandırması için yeniden kalibre edilmiş çok örnekli derin öğrenme. Tıbbi görüntü analizi , 58 , 101549.

[16] Horiuchi, Y., Aoyama, K., Tokai, Y., Hirasawa, T., Yoshimizu, S., Ishiyama, A., ... & Tada, T. (2020). Convolutional neural network for differentiating gastric cancer from gastritis using magnified endoscopy with narrow band imaging. Digestive diseases and sciences, 65, 1355-1363.

[17] Noda, H., Kaise, M., Higuchi, K., Koizumi, E., Yoshikata, K., Habu, T., ... & Tada, T. (2022). Convolutional neural network-based system for endocytoscopic diagnosis of early gastric cancer. BMC gastroenterology, 22(1), 237.

[18] Li, L., Chen, Y., Shen, Z., Zhang, X., Sang, J., Ding, Y., ... & Yu, C. (2020). Convolutional neural network for the diagnosis of early gastric cancer based on magnifying narrow band imaging. Gastric Cancer, 23, 126-132.

[19] DEMİR, Y. E., & Çalışkan, A. Gradyanların Histogramı Algoritması ve Evrişimli Sinir Ağları Kullanılarak Göğüs Xray Görüntü Sınıflandırması.

[20] Sachdeva, M., & Kushwaha, A. K. S. (2023). The power of deep learning for intelligent tumor classification systems: A review. Computers and Electrical Engineering, 106, 108586.

[21] Hu, W., Chen, H., Liu, W., Li, X., Sun, H., Huang, X., ... & Li, C. (2022). A comparative study of gastric histopathology sub-size image classification: From linear regression to visual transformer. Frontiers in Medicine, 9, 1072109.

[22] ÜNLÜ, E. I., & Çinar, A. (2022). Derin Öğrenme Algoritmaları ile OCT Görüntülerinden Retina Hastalıklarının Sınıflandırılması.

[23] Macit, H. S., & Sabanci, K. (2023). Benchmarking of ResNet models for breast cancer diagnosis using mammographic images. International Journal of Applied Methods in Electronics and Computers, 11(3), 128-133.

COMMON PHYSIOLOGICAL PROBLEMS DURING PREGNANCY AND MIDWIFERY APPROACH
GEBELİKTE SIK MEYDANA GELEN FİZYOLOJİK SORUNLAR VE EBELİK YAKLAŞIMI

Feride ÇEVİK[1]

[1]Araştırma Görevlisi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, ORCID: 0000-0001-6799-7050

Özet

Gebelik birçok psikososyal ve fiziksel değişimlerin bir arada yaşandığı bir süreçtir. Bu değişimlerin çoğu annede meydana gelen hormonal dalgalanmalar ve uterusun büyümesine bağlı olarak gelişmektedir. Bu değişimlerin temelinde anne ve fetüsü koruma amacı yatmaktadır. Gebelikte görülen ve bu süreçte ortaya çıkması normal olarak kabul edilen sorunlara gebelikte fizyolojik sorunlar denir. Gebelikte görülen fizyolojik sorunlar kadınların günlük hayatını, uyku düzenini ve birçok yaşam alışkanlıklarını etkileyebilmektedir. Gebelikte görülen fizyolojik sorunlar arasında; bulantı, kusma, mide yanması, iştahta değişim, cinsel istekte değişim, yorgunluk, halsizlik, koku hassasiyeti, konstipasyon, diyare, sık idrara çıkma, bel ağrısı, baş ağrısı, baş dönmesi, ateş basması, kramplar, hemoroid, uyku düzeninde değişim, ödem, nefes almada güçlük, terleme, vajinal akıntı, diş eti kanaması sayılabilir. Kadın gebelik sürecine adapte olmaya çalışırken bir taraftan da bu sorunlardan bazılarını yaşamakta ve uyum sürecini sekteye uğratmaktadır. Günlük hayatta yapılması gereken nefes egzersizi, yoga, yürüyüş, beslenmenin düzenlenmesi, masaj, aromaterapi, akupunktur gibi non-farmakolojik uygulamalarla bu durum azaltılabilmektedir. Bazı kadınlarda sorunların süresi, sıklığı, şiddeti artmakta ve medikal tedaviye ihtiyaç duyulmaktadır. Prekonsepsiyonel dönemde ve gebelik sürecinde kadının bakım ve danışmanlığını sağlayan ebeler, karşılaşılabilecek sorunları ve çözüm yollarını kadınlara aktarmalıdır. Kadının yaşam kalitesini etkileyen bu sorunlara ebelerin doğru yaklaşımı önemlidir. Ebeler, gebelerin algıladıkları sorunları ortaya çıkarmalı, risk faktörlerini belirlemeli ve gerekli önlemleri almalıdır. Sorun ortaya çıktıktan sonra da takibini ve bakımını sağlamalı, gerekli hallerde gebeyi sevk etmelidir.

Anahtar kelimeler: Ebelik yaklaşımı, fizyolojik sorun, gebelik

Abstract

Pregnancy is a process in which many psychosocial and physical changes occur simultaneously. Most of these changes develop due to hormonal fluctuations in the mother and the growth of the uterus. The purpose of protecting the mother and the fetus lies at the basis of these changes. Problems that are seen during pregnancy and are considered normal during this process are called physiological problems during pregnancy. Physiological problems seen during pregnancy can affect women's daily life, sleep patterns and many life habits. Physiological problems seen during pregnancy include nausea, vomiting, heartburn, change in appetite, change in sexual desire, fatigue, weakness, sensitivity to smell, constipation, diarrhea, frequent urination, back pain, headache, dizziness, flushing, cramps, hemorrhoids, change in sleep

patterns, edema, difficulty breathing, sweating, vaginal discharge, and bleeding gums. While a woman is trying to adapt to the pregnancy process, she also experiences some of these problems and disrupts the adaptation process. This situation can be reduced with non-pharmacological applications such as breathing exercises, yoga, walking, regulation of nutrition, massage, aromatherapy, acupuncture, which should be done in daily life. In some women, the duration, frequency and severity of the problems increase and medical treatment is needed. Midwives who provide care and counseling for women during the preconception period and pregnancy should convey the problems that may be encountered and the solutions to them. The correct approach of midwives to these problems that affect the quality of life of women is important. Midwives should reveal the problems perceived by pregnant women, determine the risk factors and take the necessary precautions. After the problem occurs, they should provide follow-up and care and refer the pregnant woman when necessary.

Keywords: Midwifery approach, physiological problem, pregnancy

1. GİRİŞ

Gebelik birçok psikososyal ve fiziksel değişimlerin bir arada yaşandığı karmaşık bir süreçtir. Bu değişimlerin çoğu annede meydana gelen hormonal dalgalanmalar ve uterusun büyümesine bağlı olarak gelişmektedir. Bu değişimlerin temelinde anne ve fetüsü koruma amacı yatmaktadır. Gebelikte görülen fizyolojik sorunlar kadınların günlük hayatını, uyku düzenini ve birçok yaşam alışkanlıklarını etkileyebilmektedir. Kadın bu değişimlere adapte olmaya çalışmaktadır. Hem gebeliğine hem de gebeliğin getirdiği problemlere uyum sağlamaya çalışan kadın bu durumlarda destek arayışı içine girmektedir. Çoğu kadın hangi durumlarda ne yapması gerektiğini bilmediği için, ebelerin bu konuda kadınlara destek olması, bakım ve danışmanlığını ona göre düzenlemesi gerekmektedir.

1.1. Gebelik Dönemi

Gebelik, doğal bir olay olmasına rağmen, anne organizmasında önemli anatomik, fizyolojik ve psikolojik değişikliklere neden olur. Gebelik birçok psikososyal ve fiziksel değişimlerin bir arada yaşandığı bir süreçtir. Bu değişimlerin çoğu annede meydana gelen hormonal dalgalanmalar ve uterusun büyümesine bağlı olarak gelişmektedir. Bu değişimlerin temelinde anne ve fetüsü koruma amacı yatmaktadır. Gebelik süresince meydana gelen değişikliklere bağlı yakınmalar, trimesterlere göre de farklılık göstermektedir.

- Birinci trimester uyum dönemidir. Bu dönem ilk üç ay boyunca sürer. Hem gebe kadın yeni duruma hem de vücut yeni durumuna uyum sağlamaya çalışır.
- İkinci trimester denge dönemidir. Sıkıntılar genellikle azalmıştır.
- Üçüncü trimester bitkinlik dönemidir. Bu dönemdeki sıkıntıların nedeni öncelikle fetüsün gelişip büyümesi ve buna bağlı artan uterus hacmidir.

1.1.1 Gebelikte Görülen Fizyolojik Sorunlar

Gebelikte görülen ve bu süreçte ortaya çıkması normal olarak kabul edilen sorunlara gebelikte fizyolojik sorunlar denir. Bu problemler, bazı yüksek risk faktörleri ile bir araya geldiğinde gebenin yaşam kalitesini olumsuz etkilemekte, anne ve bebek ölüm ve hastalanma oranlarını artırmaktadır. Gebelikte görülen fizyolojik sorunlar kadınların günlük hayatını, uyku düzenini ve birçok yaşam alışkanlıklarını etkileyebilmektedir. Gebelikte görülen fizyolojik sorunlar arasında;

- bulantı,
- kusma,
- mide yanması,
- iştahta değişim,
- cinsel istekte değişim,
- yorgunluk,
- halsizlik,
- koku hassasiyeti,
- konstipasyon,
- diyare,
- sık idrara çıkma,
- bel ağrısı,
- baş ağrısı,
- baş dönmesi,
- ateş basması,
- kramplar,
- hemoroid,
- uyku düzeninde değişim,
- ödem,
- nefes almada güçlük,
- terleme,
- vajinal akıntı,
- diş eti kanaması sayılabilir.

Gebelik süresince meydana gelen bütün bu değişimler gebenin fiziksel, psiko sosyal ve cinsel fonksiyonlarını ve yaşam kalitesi olumsuz etkilemektedir.

1.2. Ebelik Yaklaşımı

Prekonsepsiyonel dönemde ve gebelik sürecinde kadının bakım ve danışmanlığını sağlayan ebeler, karşılaşılabilecek sorunları ve çözüm yollarını kadınlara aktarmalıdır. Kadının yaşam kalitesini etkileyen bu sorunlara ebelerin doğru yaklaşımı önemlidir. Kadın gebelik sürecine adapte olmaya çalışırken bir taraftan da bu sorunlardan bazılarını yaşamakta ve uyum sürecini sekteye uğratmaktadır. Günlük hayatta yapılması gereken nefes egzersizi, yoga, yürüyüş, pozisyon, dinlenme, beslenmenin düzenlenmesi, masaj, aromaterapi, zencefil, B6 vitamini, akupunktur-akupressur, gevşeme teknikleri, müzik gibi non-farmakolojik uygulamalarla bu durum azaltılabilmektedir. Bazı kadınlarda sorunların süresi, sıklığı, şiddeti artmakta ve medikal tedaviye ihtiyaç duyulmaktadır. Ebeler, gebelerin algıladıkları sorunları ortaya çıkarmalı, risk faktörlerini belirlemeli ve gerekli önlemleri almalıdır. Sorun ortaya çıktıktan sonra da takibini ve bakımını sağlamalı, gerekli hallerde gebeyi sevk etmelidir.

2. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gebelikte ortaya çıkan sorunlar kadının yaşamını büyük ölçüde olumsuz etkileyebildiği görülmektedir. Birçoğu bazı önlemlerle engellenebilmekte, küçük müdahalelerle azalabilmektedir. Nefes egzersizi, yoga, yürüyüş, pozisyon, dinlenme, beslenmenin düzenlenmesi, masaj, aromaterapi, zencefil, B6 vitamini, akupunktur-akupressur, gevşeme teknikleri, müzik gibi non-farmakolojik uygulamalarla sorunlar azaltılabilmektedir. Kadınlara bu gibi yöntemler anlatılmalı, yazılı ve görsel sunumlarla birlikte uygulama aşamaları öğretilmelidir. Bu gibi yöntemlerle azalma göstermeyen olgularda derhal hekime sevkini gerçekleştirmelidir. Ebeler bakım verdikleri gebelere bu konuda eğitim ve danışmanlık sağlamalıdır.

3. KAYNAKLAR

Can, R., Dereli Yılmaz, S., Çankaya, S., Kodaz, N. (2019). Gebelikte yaşanan sorunlar ve yaşam kalitesi ile ilişkisi. Sağlık ve Toplum, 29(2).

Coşar Çetin, F., Demirci, N., Yeşilçiçek Çalık, K., Çil Akıncı, A. (2017). Gebelikte olağan fiziksel yakınmalar. Zeynep Kamil Tıp Bülteni, 48(4):135-141.

Mecdi, M., Rathfısch, G. (2013). Gebelikte oluşan rahatsızlıklarda kanıta dayalı uygulamalar. F.N. Hem. Derg, 21(2): 129-138.

Özçelik, G., Karaçam, Z. (2014). Gebelikte sık karşılaşılan yakınmalar, fiziksel, ruhsal ve cinsel sağlık sorunları, risk faktörleri ve yaşam kalitesi ile ilişkileri. Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi, (3) :1 -18.

Şen, Ş., Dibek, D., Güleç Şatır, D. (2020). Gebelikte sık görülen rahatsızlıklarda tamamlayıcı tıp uygulamalarının kullanımı. Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Dergisi, 3(3): 389-98.

DOES MARITAL HARMONY AFFECT POSTPARTUM DEPRESSION?
EVLİLİK UYUMU POSTPARTUM DEPRESYONU ETKİLİYOR MU?

Feride ÇEVİK[1]

[1]Araştırma Görevlisi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, ORCID: 0000-0001-6799-7050

Özet

Postpartum dönem annenin doğum yaptıktan sonraki sürecini kapsamaktadır. Bu süreçte anne doğum sonu ağrıları, emzirme, bebek bakımı, yeni hayatına adaptasyon gibi birçok faktörle karşı karşıya kalmaktadır. Aynı zamanda postpartum dönemde anne hormonal dalgalanmalar yaşamaktadır. Tüm bunların etkisiyle annenin anksiyete, stres, depresyon gibi psikolojik durumların görülme olasılığı artmaktadır. Günümüzde birçok kadında postpartum dönem depresyon görülmektedir. Postpartum depresyon (PPD) "gebelik süresince veya doğumdan sonraki 4 hafta içinde ortaya çıkan duygu durum bozukluğu" olarak tanımlanır. Genellikle doğumdan 2 hafta-6 ay sonra ortaya çıkmaktadır. Kadının günlük yaşamını, aile hayatını, bebek bakımını, emzirme sürecini olumsuz etkileyen bir durum olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durumun öngörülmesi ve önleyici tedbirlerin alınması postpartum depresyonun ortaya çıkmasını engelleyici önemli bir yoldur. Postpartum depresyonu etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bunlar arasında, evlilik yaşı, gebeliğin planlı olma durumu, sosyal destek varlığı, gelir durumu, eğitim durumu, evlilik uyumu sayılabilir. Evlilik uyumu postpartum depresyon açısından önemli bir faktördür. Evlilik uyumu iyi düzeyde olan kadınların postpartum depresyon ve anne-bebek bağlanması düzeylerinin daha iyi olduğu çalışmalarda bildirilmiştir. Evlilik uyumu düzeyi düşük olan kadınlarda ise, sosyal destek algısı zayıf, stres ve anksiyete yüksek düzeyde ve postpartum depresyon görülme sıklığı artmaktadır. Ebeler gebelik öncesi dönemde ve gebelik sürecinde kadının evlilik uyumu ile ilgili bilgileri edinmelidir. Evlilik uyumu zayıf olan kadınların postpartum depresyon için risk oluşturduğunu bilmelidir ve gerekli önlemleri almalıdır. Kadına postpartum depresyon risk faktörleri, belirtileri, ortaya çıktığında yapılacaklar anlatılmalıdır. Ebeler tarafından gerekli eğitim ve danışmanlık sağlanmalı, postpartum depresyon riski en aza indirilmelidir.

Anahtar kelimeler: Evlilik uyumu, postpartum depresyon, postpartum dönem

Abstract

The postpartum period covers the period after the mother gives birth. During this period, the mother is faced with many factors such as postpartum pain, breastfeeding, baby care, and adaptation to her new life. At the same time, the mother experiences hormonal fluctuations in the postpartum period. As a result of all these, the mother's likelihood of experiencing psychological conditions such as anxiety, stress, and depression increases. Today, many women experience postpartum depression. Postpartum depression (PPD) is defined as "a mood disorder that occurs during pregnancy or within 4 weeks after birth." It usually occurs between 2 weeks and 6 months after birth. It emerges as a situation that negatively affects the woman's daily life, family life, baby care, and breastfeeding process. Anticipating this situation and taking preventive measures is an important way to prevent the emergence of postpartum depression.

There are many factors that affect postpartum depression. These include age at marriage, whether the pregnancy was planned, presence of social support, income status, education status, and marital harmony. Marital harmony is an important factor in terms of postpartum depression. Studies have reported that women with good marital harmony have better levels of postpartum depression and mother-baby bonding. In women with low marital harmony, perception of social support is weak, stress and anxiety are high, and the incidence of postpartum depression is increased. Midwives should obtain information about women's marital harmony before and during pregnancy. They should be aware that women with poor marital harmony are at risk for postpartum depression and should take the necessary precautions. The woman should be informed about the risk factors, symptoms and what to do when postpartum depression occurs. Midwives should provide the necessary training and counseling, and the risk of postpartum depression should be minimized.

Keywords: Marital harmony, postpartum depression, postpartum period

1. GİRİŞ

Postpartum süreçte anne kendi kimliği, sosyal hayatı, aile yaşamı, cinsel hayatı, fiziksel değişimler ve hormonal döngüde değişimler yaşamaktadır. Postpartum dönemde anne bu gibi birçok değişiklikle karşı karşıya kalmaktadır. Bu değişikliklerle başa çıkmak genelde zor bir süreç olmaktadır. Genel olarak postpartum dönemde postpartum depresyon görülmektedir. Postpartum depresyon birçok faktörden etkilenebilmektedir. En önemli unsurlardan bir taneside eş uyumu olarak karşımıza çıkmaktadır. Evlilik uyumu çiftlerin evlilikten beklentilerini karşılayabildikleri ve birbirlerine tam olarak destek olabildikleri bir olgudur. Kadın için en önemli destek eşi olmaktadır. Bu nedenle kadının eşiyle olan evliliklerindeki uyum bir nevi erkeğin kadına olan desteğinin de göstergesidir. Bu nedenle evlilik uyumu oldukça önemli bir faktördür.

1.1.Postpartum Dönem

Postpartum dönem annenin doğum yaptıktan sonraki sürecini kapsamaktadır. Bu süreçte anne doğum sonu ağrıları, emzirme, bebek bakımı, diğer bireylerin bakımı, ev işleri, yeni hayatına adaptasyon gibi birçok faktörle karşı karşıya kalmaktadır. Aynı zamanda postpartum dönemde anne hormonal dalgalanmalar yaşamaktadır. Hem doğum hormonları hem bebeğini emzirebilmesi için süt salgılama hormonları bu dönemde aktif olan ve anneyi oldukça etkileyen bir dönemdir.

1.1.1. Postpartum Depresyon

Yaşadığı sosyal, hormonal, fiziksel birçok değişikliklerin etkisiyle annenin anksiyete, stres, depresyon gibi psikolojik durumların görülme olasılığı artmaktadır. Günümüzde birçok kadında postpartum dönem depresyon görülmektedir. Postpartum depresyon (PPD) “gebelik süresince veya doğumdan sonraki 4 hafta içinde ortaya çıkan duygu durum bozukluğu” olarak tanımlanır. Genellikle doğumdan 2 hafta-6 ay sonra ortaya çıkmaktadır. Kadının günlük yaşamını, aile hayatını, bebek bakımını, emzirme sürecini olumsuz etkileyen bir durum olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durumun öngörülmesi ve önleyici tedbirlerin alınması postpartum depresyonun ortaya çıkmasını engelleyici önemli bir yoldur. Postpartum depresyonu etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bunlar arasında;

- evlilik yaşı,
- gebeliğin planlı olma durumu,
- sosyal destek varlığı,

- gelir durumu,
- eğitim durumu,
- evlilik uyumu sayılabilir.

1.2.Evlilik Uyumu

Evlilik uyumu, partnerlerin uyum içerisinde yaşadığı, herhangi bir çatışma varlığında bu çatışma ile etkili baş ettiği ve çözüme ulaştığı, karşılıklı olarak gerçekleştirilen aktivitelerden doyum aldığı ve beklentilerinin karşılıklı karşılanması olarak tanımlanmaktadır. Genel bir tanım olarak; evlilik uyumu; tarafların birbirleriyle ilgili genel olarak pozitif duygular içerisinde olması, iyi iletişim kurabilmeleri, oluşan çatışmaları birlikte çözebilme yeterliliği ve boş zamanlarda ortak keyif alınan aktiviteleri yapmalarıdır. Eşlerin evliliklerinin tüm yönlerini gözden geçirdiklerinde öznel olarak hissettikleri memnuniyet derecesi evlilik uyumu derecesine eşdeğerdir.

Genel olarak evlilik uyumu tanımlarında üzerinde durulan noktalara bakıldığında;

- Önemli konularda anlaşmaya varabilme,
- Aynı boş zaman aktivitelerinden hoşlanabilme,
- Duygusal olarak yakınlık gösterebilme,
- Çatışmaların çözümlenebilmesi,
- Karşılıklı beklentilerin karşılanabilmesi,
- Eşler arası doyumun hissedilebilmesi olarak görülmektedir.

1.3.Evlilik Uyumu Postpartum Depresyonu Etkiliyor Mu?

Evlilik uyumu postpartum depresyon açısından önemli bir faktördür. Postpartum dönem gerek fiziksel gerek psikolojik açıdan anne olan kadını başta olmak üzere babayı ve aile üyelerinin tamamını etkileyen, radikal değişikliklerin yaşandığı bir süreçtir. Çalışma sonuçları doğum sonrası dönemde depresyon düzeylerinin yüksek olduğu ve cinsel yaşam kalitesinin olumsuz etkilendiği, aynı zamanda evlilik uyumunun azaldığı yönündedir. Evlilik uyumu düzeyi düşük olan kadınlarda, sosyal destek algısı zayıf, stres ve anksiyete yüksek düzeyde ve postpartum depresyon görülme sıklığı artmaktadır. Yeni doğum yapmış kadın sosyal destek beklentisi içerisindedir. En önemli sosyal destek kaynağı olan eş desteğini yeterli düzeyde alan kadınların fiziksel ve mental iyi oluş düzeyleri de yüksektir. Evlilik uyumu iyi düzeyde olan kadınların postpartum depresyon ve anne-bebek bağlanması düzeylerinin daha iyi olduğu çalışmalarda bildirilmiştir.

1.4.Ebelere Düşen Görevler

Postpartum dönemde annenin aile olma sürecine uyum sağlamasında eşin yanı sıra, sağlık çalışanlarından alınan bakım oldukça önemlidir. Ebeler gebelik öncesi dönemde ve gebelik sürecinde kadının evlilik uyumu ile ilgili bilgileri edinmelidir. Evlilik uyumu zayıf olan kadınların postpartum depresyon için risk oluşturduğunu bilmelidir ve gerekli önlemleri almalıdır. Kadına postpartum depresyon risk faktörleri, belirtileri, ortaya çıktığında yapılacaklar anlatılmalıdır. Ebeler tarafından çiftlere gerekli eğitim ve danışmanlık sağlanmalı, postpartum depresyon riski en aza indirilmelidir.

2. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma sonuçları doğum sonrası dönemde depresyon düzeylerinin yüksek olduğu ve cinsel yaşam kalitesinin olumsuz etkilendiği, aynı zamanda evlilik uyumunun azaldığı yönündedir. Bu nedenle kadın postpartum depresyon açısından riskli konumdadır. Evlilik uyumu hakkında çiftlere eğitim ve danışmanlık verilmesi önem arz etmektedir.

3. KAYNAKLAR

Ayakdaş Dağlı, D. & Topaloğlu Ören, E.D (2025). The effect of maternal and paternal depressive symptom levels in the postpartum period on marital adjustment and quality of sexual life. Cyprus Turkish Journal of Psychiatry & Psychology, 7(1): 59-65.

Ekin Ateş, H. (2023). Doğum sonu dönemdeki annelerin stresle çift olarak başa çıkma stratejilerinin ve ilişki doyumunun postpartum depresyona etkisi. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ebelik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Konya.

Barış, H.E., Selvi, B., Tuna, C., Aras, T.N., Sarar, G.İ., Kantarcı, M., Boran, P. (2022). Evlilik doyumu, maternal depresyon, bağlanma ve erken çocukluk dönemi uyku sorunları: tanımlayıcı araştırma. Turkiye Klinikleri J Pediatr. 31(2):113-20.

Kutlubay, R., Arıöz Düzgün, A. Postpartum depresyonda evlilik uyumu ve eş desteğinin önemi. Türkiye Sağlık Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi, 4(3): 1-10.

Ünal Toprak F, Turan Z. (2023). Gebelerde evlilik doyumunun prenatal bağlanmaya etkisi. Ordu Üniversitesi Hemşirelik Çalışmaları Dergisi, 6(3):578-590. DOI:10.38108/ouhcd.1120773

THE ROLE OF THE APOE GENE IN PATIENT WITH COGNITIVE IMPAIRMENT IN METABOLIC SYNDROME

METABOLIK SENDROMLU BILIŞSEL BOZUKLUĞU OLAN BIREYLERDE APOE GENININ ROLÜ

Doktora Öğrencisi **DİNARA NEMETOVA**

Hoca Ahmet Yesevi Uluslararası Türk-Kazak Üniversitesi,Tıp Fakültesi, Özel Klinik Dersler Bölümü, ORCID 0000-0003-0970-5966

ÖZET

Metabolik bozukluklar obezite, insülin direnci, hipertansiyon ve dislipidemi gibi, kardiyovasküler hastalıkların yanı sıra bilişsel ve psikosomatik bozukluk riskini de artırıyor. Yaşlı nüfusun giderek artmasıyla birlikte, yaşlanma süreci boyunca bilişsel yeteneklerde kademeli bir düşüş olarak tanımlanan yaşa bağlı bilişsel gerileme önemli bir halk sağlığı sorunu olarak ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada metabolik sendromlu bilişsel bozukluğu olan bireylerde ApoE geninin rolü söz konusu olacaktır. Bilişsel yaşlanma, genetik ve çevresel faktörler de dahil olmak üzere birden fazla karmaşık patogenezi içerir. Yaş ilerledikçe bilişsel işlevlerin kalitesi giderek daha önemli bir konu haline geliyor. Yapılan çalışmalar yaşlı popülasyonda bilişsel bozukluğun çoğunlukla çevre, yaşam tarzı, metal maruziyeti, bazı genetik polimorfizmler ve hastalıklar gibi çeşitli faktörlerle ilişkili olduğunu doğrulamaktadır. Metabolik sendromlu bireylerde bilişsel ve psikosomatik bozuklukların genetik belirleyicileri arasında inflamasyon, metabolizma, nöroplastisite ve stresin düzenlenmesinde rol oynayan çok sayıda gen yer almaktadır. Bunlardan APOE geni, yaşlı yetişkinlerde bilişsel gerilemede önemli rol oynamaktadır. ApoE geni, artan toksisite veya nöroprotektif etkilerin kaybı yoluyla vücutta bilişsel bozukluğa neden olan amiloid β (Aβ) peptidlerinin metabolik birikimini, lipid metabolizmasını, inflamatuvar yanıtı ve diğer mekanizmaları etkileyebilir. ApoE 4 metabolik sendromda bilişsel işlev bozukluğu için bağımsız bir risk faktörüdür. ApoE geni, lipid metabolizmasında temel rol oynayan bir glikoproteindir. ApoE geni beyin atrofisinde artış, serebral kan akışında değişiklik ve glikoz metabolizmasıyla ilişkili olduğu belirtiliyor, ancak bu değişikliklerin mekanizması henüz tam olarak bilinmemektedir. Metabolik sendromda bilişsel ve psikosomatik bozuklukların gelişim mekanizmasında genetik faktörlerin etkisi az çalışmasına rağmen ApoE gen biobelireçlerinin amaçlayan çalışmanın yapılmasına acil ihtiyaç vardır.

Anahtar kelimeler: Metabolik sendrom, bilişsel bozukluklar, Apoe gen

ABSTRACT

Metabolic disorders increase the risk of cardiovascular diseases such as obesity, insulin resistance, hypertension and dyslipidemia, as well as cognitive and psychosomatic disorders. With the increasing elderly population, age-related cognitive decline, defined as a gradual decline in cognitive abilities throughout the aging process, has emerged as an important public health problem. This study will examine the role of the ApoE gene in individuals with metabolic syndrome and cognitive impairment. Cognitive aging involves multiple complex pathogenesis, including genetic and environmental factors. As age progresses, the quality of cognitive

functions becomes an increasingly important issue. Studies confirm that cognitive impairment in the elderly population is mostly associated with various factors such as environment, lifestyle, metal exposure, some genetic polymorphisms and diseases. Genetic determinants of cognitive and psychosomatic disorders in individuals with metabolic syndrome include many genes that play a role in the regulation of inflammation, metabolism, neuroplasticity and stress. Of these, the APOE gene plays an important role in cognitive decline in older adults. The ApoE gene can affect the metabolic accumulation of amyloid β (Aβ) peptides, lipid metabolism, inflammatory response and other mechanisms that cause cognitive impairment in the body through increased toxicity or loss of neuroprotective effects. ApoE 4 is an independent risk factor for cognitive dysfunction in metabolic syndrome. The ApoE gene is a glycoprotein that plays a fundamental role in lipid metabolism. The ApoE gene is reported to be associated with increased brain atrophy, changes in cerebral blood flow and glucose metabolism, but the mechanism of these changes is not yet fully known. Although the effect of genetic factors on the development mechanism of cognitive and psychosomatic disorders in metabolic syndrome has been studied little, there is an urgent need for studies targeting ApoE gene biomarkers.

Keywords: Metabolic syndrome, cognitive disorders, Apoe gene

GİRİŞ

Metabolik Sendrom (MetS) obezite, hipertansiyon, dislipidemi ve insülin direnci gibi kardiyovasküler hastalık ve tip 2 diyabet riskini artıran bir durum kümesi [1]. MetS'de bilişsel bozuklulara hafif bilişsel bozukluk ve bunama riskinin artmasıyla ilişkilendirir. MetS gelişiminde en çok rol alan gen bu APOE geni: üç ana alelde bulunur, onlar ε2, ε3 ve ε4. APOE ε4, geç başlangıçlı Alzheimer hastalığı için önemli bir genetik risk faktörüdür [2]. MetS'de APOE ve bilişsel bozukluğu bağlayan birkaç mekanizmalar var [3]. Birinci mekanızma lipid metabolizması: APOE, lipid taşınmasında ve kolesterol homeostazında kritik bir rol oynar. ε4 varyantı lipid temizliğinde daha az etkilidir ve bu da dolaşımdaki kolesterolün artmasına neden olur ve bu da aterosklerozu ve serebral küçük damar hastalığını şiddetlendirebilir. İkinci mekanızma enflamasyon ve oksidatif stres olarak geçiyor. MetS kronik düşük dereceli enflamasyona neden olur. APOE ε4 taşıyıcıları, potansiyel olarak nöroinflamatuar etkileri birleştirerek ve bilişsel gerilemeyi hızlandırarak artan inflamatuar yanıtlar gösterir. Üçüncü mekanızma insülin direnci ve glikoz metabolizması. MetS'un temel bir özelliği olan insülin direnci, nöronal glikoz alımını bozar. APOE ε4, mitokondriyal işlev bozukluğu ve azalmış nöronal enerji metabolizmasıyla ilişkilidir. Dördüncü olarak bilinen mekanuzma amiloid-β birikimi. APOE ε4, Alzheimer patolojisinin temel bir özelliği olan amiloid-β'nin temizlenmesini etkiler. MetS, serebrovasküler işlev bozukluğu yoluyla temizleme mekanizmalarını daha da engelleyebilir. Çalışmalar, MetS'li APOE ε4 taşıyıcılarının, taşıyıcı olmayanlara göre hafıza ve yönetici işlev görevlerinde daha kötü performans gösterdiğini göstermektedir [7]. Çalışmalara göre MetS'lu ε4 taşıyıcılarında daha fazla beyin atrofisi ve beyaz cevher değişiklikleri olduğunu ortaya koymaktadır. Johnson ve ark., çalışmasında, bilişsel gerilemeyi hızlandırmada MetS ve APOE ε4 arasında sinerjik bir etki olduğunu göstermektedir [5].

Araştırmalara göre APOE geni özellikle de ε4 aleli ile MetS arasındaki ilişkiyi ve bunun bilişsel işlev üzerindeki etkisini giderek daha fazla araştırmaktadır. Naseri ve ark., APOE ε4 ve MetS arasındaki olan riski APOE ε4 aleli ile MetS için artan risk arasında, özellikle de aşırı kilolu bireyler arasında, gen dozuna bağlı bir ilişki olduğunu göstermiştir [6]. Örneğin, Aragon Workers Health Study (AWHS) ve Genç Yetişkinlerde Koroner Arter Risk Gelişimi (CARDIA) kohortundan yapılan araştırmalar, APOE ε4 taşıyıcılarının MetS geliştirme riskinin daha

yüksek olduğunu ve riskin daha fazla vücut yağ oranına sahip olanlarda daha belirgin olduğunu bulmuştur [8]. APOE ε4 geni ile MetS ve bilişsel işlev bozukluğu arasındaki ilişkilere araltıran birkaç çalışma vardır. Wang ve ark., yaşlı hastaları içeren bir vaka kontrol çalışmasında, MetS'lu kişilerin daha kötü bilişsel işleve sahip olduğunu ve APOE ε4 alelini taşıma olasılıklarının daha yüksek olduğunu ortaya koydu. Çok değişkenli analizler, MetS tanısı, şiddetli insülin direnci, APOE ε4 taşıyıcı durumu, daha yüksek sistolik kan basıncı ve daha büyük bel çevresinin bilişsel işlev bozukluğu için önemli risk faktörleri olduğunu gösterdi [9]. Sun ve ark., Çin'deki Uygur etnik kökenli erkeklere odaklanan araştırmasında, APOE ε4 alelinin merkezi obezite, yüksek tansiyon ve dislipidemi gibi MetS bileşenlerinin daha yüksek yaygınlığıyla ilişkili olduğunu bulmuştur [10]. Pitchika ve ark., Pomeranya'daki Sağlık Çalışması'ndan (SHIP) yapılan uzunlamasına çalışmasinda, APOE ε4 taşıyıcılarının MetS geliştirme riskinin daha yüksek olmasına rağmen, tip 2 diabetes mellitus (T2DM) için daha düşük bir risk sergilediğini gösterdi. Bu ters ilişki kısmen yüksek duyarlı C-reaktif proteinin (hs-CRP) etkisine atfedildi ve bu da enflamasyonun APOE ε4'ün metabolik sağlık üzerindeki etkilerine aracılık edebileceğini düşündürmektedir [11].

SONUÇ

APOE ε4 aleli, metabolik sendrom bağlamında bilişsel bozulma riskini önemli ölçüde artırır. Genetik hassasiyet ve metabolik işlev bozukluğunun bir araya gelmesi, nörodejenerasyon için güçlü bir risk profili oluşturur. Gelecekteki araştırmalar, bilişsel gerilemeye hem genetik hem de metabolik katkıda bulunanları ele alan uzunlamasına çalışmalara ve kişiselleştirilmiş müdahalelere odaklanmalıdır. APOE ε4 aleli, metabolik sendrom riskinin artmasıyla ilişkilidir ve özellikle metabolik bozuklukların varlığında bilişsel gerilemeyi şiddetlendirebilir. Bu bulgular, metabolik ve bilişsel sağlığın değerlendirilmesinde ve yönetiminde APOE polimorfizmleri gibi genetik faktörlerin dikkate alınmasının önemini vurgular.

KAYNAKLAR

1. Alberti KG, Zimmet P, Shaw J; IDF Epidemiology Task Force Consensus Group. The metabolic syndrome--a new worldwide definition. Lancet. 2005 Sep 24-30;366(9491):1059-62. doi: 10.1016/S0140-6736(05)67402-8. PMID: 16182882.
2. Khan TA, Shah T, Prieto D, Zhang W, Price J, Fowkes GR, Cooper J, Talmud PJ, Humphries SE, Sundstrom J, Hubacek JA, Ebrahim S, Lawlor DA, Ben-Shlomo Y, Abdollahi MR, Slooter AJ, Szolnoki Z, Sandhu M, Wareham N, Frikke-Schmidt R, Tybjærg-Hansen A, Fillenbaum G, Heijmans BT, Katsuya T, Gromadzka G, Singleton A, Ferrucci L, Hardy J, Worrall B, Rich SS, Matarin M, Whittaker J, Gaunt TR, Whincup P, Morris R, Deanfield J, Donald A, Davey Smith G, Kivimaki M, Kumari M, Smeeth L, Khaw KT, Nalls M, Meschia J, Sun K, Hui R, Day I, Hingorani AD, Casas JP. Apolipoprotein E genotype, cardiovascular biomarkers and risk of stroke: systematic review and meta-analysis of 14,015 stroke cases and pooled analysis of primary biomarker data from up to 60,883 individuals. Int J Epidemiol. 2013 Apr;42(2):475-92. doi: 10.1093/ije/dyt034. PMID: 23569189; PMCID: PMC3619955.
3. Yin YW, Qiao L, Sun QQ, Hu AM, Liu HL, Wang Q, Hou ZZ. Influence of apolipoprotein E gene polymorphism on development of type 2 diabetes mellitus in Chinese Han population: a meta-analysis of 29 studies. Metabolism. 2014 Apr;63(4):532-41. doi: 10.1016/j.metabol.2013.12.008. Epub 2013 Dec 18. PMID: 24439487.

4. Chaudhary R, Likidlilid A, Peerapatdit T, Tresukosol D, Srisuma S, Ratanamaneechat S, Sriratanasathavorn C. Apolipoprotein E gene polymorphism: effects on plasma lipids and risk of type 2 diabetes and coronary artery disease. Cardiovasc Diabetol. 2012 Apr 23;11:36. doi: 10.1186/1475-2840-11-36. PMID: 22520940; PMCID: PMC3372424.
5. Johnson CN, McCoin CS, Kueck PJ, Hawley AG, John CS, Thyfault JP, Swerdlow RH, Geiger PC, Morris JK. Relationship of Muscle Apolipoprotein E Expression with Markers of Cellular Stress, Metabolism, and Blood Biomarkers in Cognitively Healthy and Impaired Older Adults. J Alzheimers Dis. 2023;92(3):1027-1035. doi: 10.3233/JAD-221192. PMID: 36847010; PMCID: PMC10116140.
6. Naseri A, Baghernezhad K, Seyedi-Sahebari S, Alhoseini SA, Gholipour-Khalili E, Zafarani F, Talebi M. The association of apolipoprotein E (ApoE) genotype and cognitive outcomes in multiple sclerosis; a systematic review and meta-analysis. Mult Scler Relat Disord. 2022 Sep;65:104011. doi: 10.1016/j.msard.2022.104011. Epub 2022 Jul 3. PMID: 35803087.
7. Jellinger KA. Cognitive impairment in multiple sclerosis: from phenomenology to neurobiological mechanisms. J Neural Transm (Vienna). 2024 Aug;131(8):871-899. doi: 10.1007/s00702-024-02786-y. Epub 2024 May 18. PMID: 38761183.
8. Torres-Perez E, Ledesma M, Garcia-Sobreviela MP, Leon-Latre M, Arbones-Mainar JM. Apolipoprotein E4 association with metabolic syndrome depends on body fatness. Atherosclerosis. 2016 Feb;245:35-42. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2015.11.029. Epub 2015 Dec 2. PMID: 26691908.
9. Wang JY, Zhang L, Liu J, Yang W, Ma LN. Metabolic syndrome, ApoE genotype, and cognitive dysfunction in an elderly population: A single-center, case-control study. World J Clin Cases. 2021 Feb 16;9(5):1005-1015. doi: 10.12998/wjcc.v9.i5.1005. PMID: 33644164; PMCID: PMC7896651.
10. Sun Y, Wei R, Yan D, Xu F, Zhang X, Zhang B, Yimiti D, Li H, Sun H, Hu C, Luo L, Yao H. Association between APOE polymorphism and metabolic syndrome in Uyghur ethnic men. BMJ Open. 2016 Jan 6;6(1):e010049. doi: 10.1136/bmjopen-2015-010049. PMID: 26739741; PMCID: PMC4716259.
11. Pitchika A, Markus MRP, Schipf S, Teumer A, Van der Auwera S, Nauck M, Dörr M, Felix S, Jörgen Grabe H, Völzke H, Ittermann T. Longitudinal association of Apolipoprotein E polymorphism with lipid profile, type 2 diabetes and metabolic syndrome: Results from a 15 year follow-up study. Diabetes Res Clin Pract. 2022 Mar;185:109778. doi: 10.1016/j.diabres.2022.109778. Epub 2022 Feb 12. PMID: 35167921.

THE EFFECTS OF PHYSICAL ACTIVITY LEVELS AND GENETIC MARKERS ON OBESITY

FİZİKSEL AKTİVİTE SEVİYELERİNİN VE GEN BELİRLEYİCİLERİNİN OBEZİTE ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

AINUR TURMANBAYEVA[1], DİLBAR AYDARBEKOVA[2]

[1]Tıp Doktora öğrencisi

[2]Özel Klinik Dersler Bölüm öğretmeni

[1,2]Hoca Ahmet Yesevi Uluslararası Türk-Kazak Üniversitesi,

Tıp Fakültesi, Özel Klinik Dersler Bölümü

ORCID - 0009-0004-4263-8157

Özet

Metabolik sendrom, dislipidemi, abdominal obezite, yüksek açlık plazma glikozu ve arteriyel hipertansiyon dahil olmak üzere bir dizi patofizyolojik faktörle ilişkili kalıtsal ve ilgili özelliklerin bir koleksiyonudur. Metabolik sendromun belgelenmiş genetik temeli, başta metabolik süreçle ilişkili çok sayıda polimorfizm olmak üzere çeşitli kromozomal pozisyonları içerir. Genom çapında ilişkilendirme çalışmaları, farklı metabolik yollarla ilişkili genetik polimorfizmleri değerlendirmiştir. Epidemiyolojik ve girişimsel çalışmalar da genetik varyantların diyetle ilişkisini incelemiştir. Araştırmalar, genetik varyantlar ile vücut ağırlığı arasında önemli bir komünizmden kurtulma bulmuştur. Fiziksel aktiviteden sonra hipokalorik diyet ve kilo kaybı ile çok sayıda genetik lokus ilişkilendirilmiştir. Bu genler, adipogenezi, lipit metabolizmasını, sirkadiyen saati, karbonhidrat metabolizmasını, iştah kontrolünü, enerji alımını ve harcamasını, hücresel farklılaşmayı ve termojenezi düzenleyen önemli enzimleri kodlar. Ek olarak, tat ve doku ile ilgili genlerin yanı sıra koku alma genleriyle ilişkili genetik varyantlar, bireyin diyetle ilgili obeziteye duyarlılığını etkileyerek belirli gıdalara karşı bireysel tercihleri ve duyarlılığı etkileyebilir. Altta yatan genetik varyantlar, artan obezite riski ve obeziteye bağlı bozukluklarda rol oynayan metabolik yolları etkileyen genlerde lokalizedir. Gıda alımının, lipit metabolizmasının düzenlenmesinde rol oynayan aday genler incelenmiştir. Bu lokustaki genetik varyantlar, daha yüksek yağ emilimine ve obeziteye yol açabilir.Her insanın genleri içinde özel bir beslenme planı vardır. Gıdanın biyoaktif bileşenleri ve besinleri bu tür genlerin ekspresyonunu etkiler.

Anahtar kelimesi: metabolic syndrome, gene polymorphism, predisposition, phenotype, diyet, physical activity, obezite.

ABSTRACT

Metabolic syndrome is a set of hereditary and related signs associated with a number of pathophysiological factors, including dyslipidemia, abdominal obesity, high fasting plasma glucose and arterial hypertension. The documented genetic basis of metabolic syndrome includes several chromosomal positions, mainly numerous polymorphisms associated with the metabolic process. Genome-wide association studies evaluated genetic polymorphisms associated with various metabolic pathways. Epidemiological and interventional studies have also examined the association of genetic variants with diet. Studies have found significant

decommunization between genetic variants and body weight. Numerous genetic loci have been associated with a low-calorie diet and weight loss after physical activity. These genes encode important enzymes that regulate adipogenesis, lipid metabolism, circadian clock, carbohydrate metabolism, appetite control, energy intake and expenditure, cellular differentiation and thermogenesis. In addition, genetic variants associated with genes related to taste and texture, as well as olfactory genes, can influence individual preferences and sensitivity to certain foods, affecting a person's susceptibility to dietary obesity. The main genetic variants are localized in genes that affect metabolic pathways that are involved in an increased risk of obesity and obesity-related disorders. Candidate genes involved in the regulation of food intake and lipid metabolism were studied. Genetic variants at this locus can lead to higher fat absorption and obesity.

Keywords: metabolic syndrome, gene polymorphism, predisposition, phenotype, diet, physical activity, obesity.

GİRİŞ

Obezite, genetik faktörler ve yaşam tarzı nedeniyle yağ dokusunun anormal şekilde biriktiği bir hastalıktır. Çevresel faktörler arasında artan enerji alımı, yüksek lifli gıdaların tüketiminin azalması ve hareketsiz bir yaşam tarzı nedeniyle fiziksel hareketsizlik sayılabilir . Bunlar arasında fiziksel aktivitenin kilonun korunmasına katkıda bulunduğu ve kronik hastalık geliştirme riskini azalttığı gösterilmiştir. Bununla birlikte, genetik varyantlar nedeniyle iyileşme derecesinin bireyler arasında önemli ölçüde değiştiği bulunmuştur. Bu nedenle, çevresel faktörler ile genetik faktörler arasındaki etkileşimlerin belirlenmesi, yaşam tarzıyla ilgili hastalıkların bireysel tedavisini ve kontrolünü optimize etmek için kullanılabilir ve daha etkili ve spesifik fiziksel egzersizler de seçilebilir. Her insanın genleri içinde özel bir beslenme planı vardır. Gıdanın biyoaktif bileşenleri ve besinleri bu tür genlerin ekspresyonunu etkiler.

AMAÇ

A review of the literature studying the effects of physical activity levels and gene aspects on obesity.

YÖNTEM

Arama stratejisi. Literatür taraması sırasında 2019'dan 2025'e kadar PubMed, Medline, Google Scholar, Embase, Web of Science bilimsel temellerinden yayınlanan makaleler analiz edildi. Arama için «metabolik sendrom», «gen polimorfizmi», «yatkınlık», «fenotip», «diyet», «fiziksel aktivite», «obezite» anahtar kelimeleri kullanılmıştır.

TARTIŞMA

Yüksek şeker, yağ, alkol alımı ve sebze ve meyvelerin tüketiminin azalması gibi kötü beslenme alışkanlıkları, kardiyovasküler hastalıklar, hipertansiyon, diyabet, kanser ve obezite gibi bulaşıcı olmayan hastalıkların ortaya çıkmasına yatkın olabilir [1]. Genom çapında ilişkilendirme çalışmaları, farklı metabolik yollarla ilişkili genetik polimorfizmleri değerlendirmiştir [2]. Epidemiyolojik ve girişimsel çalışmalar ayrıca genetik varyantların diyetle beslenmeyle ilişkilerini de incelemiştir [3]. Aşağıdakiler arasında klinik olarak anlamlı ilişkiler bildirilmiştir: 1) APOA2 varyantı (c.2265T> C) ile doymuş yağ asidi alımı ve vücut kitle indeksi, 2) MTHFR varyantları ve homosistein seviyeleri ve 3) CYP1A2 varyantları ve kafeinle ilişkili hipertansif yanıt [4,5].Kanser, obezite, tip 2 diyabet ve kardiyovasküler hastalıkların çok faktörlü etiyolojisinin altında yatan poligenik etkileşimler gibi diğer genetik ve beslenme etkileşimleri çok daha karmaşıktır. Bu tür hastalıklar, çeşitli genlerin ve çevresel

faktörlerin etkileşiminden kaynaklanır ve diyetin sayısız etkisine yanıt verir. APOA2 genindeki (apolipoprotein A2) genetik varyasyonlar, enerji alımındaki değişiklikler yoluyla obezite ile ilişkilidir. Belirli bir APOA2 varyantına sahip Çin ve Asya-Hint popülasyonları, doymamış yağ asitleri açısından zengin yiyecekleri tüketirken obezite geliştirme riski daha yüksektir, ancak doymuş yağ asitlerinin daha düşük tüketimi ile böyle bir risk gözlenmemiştir. Güneydoğu İspanya'nın Akdeniz popülasyonları arasında da benzer çalışmalar yapılmıştır. Ayrıca demir, C vitamini, D vitamini ve B12 vitamini metabolizması ile ilişkili genlerin polimorfizmlerinin bu besinlerin eksiklik veya azalma riskini etkilediği bildirilmiştir [6,7]. Örneğin, FTO geninde , UCP1 ve UCP3 genlerinde , PPAR'I (peroksizom proliferatörle aktive olan reseptör) kodlayan genlerde, melanokortin reseptör 4 geninde (MC4R) bulunanlar gibi bir dizi genetik varyant, artan obezite riski ile ilişkilidir. ve leptin reseptör geni (LEPR) [8,9]. Devam etmekte olan çalışmalar, genetik varyantlar ile vücut ağırlığı arasında anlamlı bağlantılar bulmuştur. Hipokalorik diyetler ve fiziksel aktivite sonrası kilo kaybı ile çok sayıda genetik lokus ilişkilendirilmiştir. Bu genler, adipogenezi, lipit metabolizmasını, sirkadiyen saati, karbonhidrat metabolizmasını, iştah kontrolünü, enerji alımını ve harcamasını, hücresel farklılaşmayı ve termojenezi düzenleyen önemli enzimleri kodlar [10,11]. Tat ve doku ile ilgili genlerin yanı sıra koku alma genleriyle ilişkili genetik varyantlar, bireyin beslenmeye bağlı obeziteye duyarlılığını etkileyerek belirli gıdalara karşı bireysel tercihleri ve duyarlılığı etkileyebilir [12]. Artan obezite ve obezite ile ilişkili bozukluklar riskinde rol oynayan metabolik yolları etkileyen başlıca genetik varyantlar aşağıdaki genlerde lokalizedir: ADIPOQ, FTO, LEPR, LEP, MC4R, INSIG2, PPARG, PCSK1, ADBR3, ADBR2, PPARy, APOA1, GHRL, APOA5, FABP2, LIPC, MTNR1B, TCF7L2, CETP, GIPR, NPY, IRS1 ve PCSK1 (Tablo I) [13, 14, 15]. Yağ kütlesi ve obezite ile ilişkili FTO genetik lokusunun vücut ağırlığını en güçlü şekilde etkilediği düşünülmektedir. Obezite ile ilişkili genetik polimorfizmler fiziksel aktivite seviyelerini etkileyebilir veya tam tersi, fiziksel olarak aktif bir yaşam tarzı obezite riskini azaltabilir. Örneğin, Avrupalı, Doğu Afrika ve Afrika kökenli çocuklar ve yetişkinler üzerinde yapılan on altı girişimsel ve kesitsel çalışma, FTO intronu 1'in fiziksel aktivite ile önemli ölçüde güçlü bir ilişkisini bildirmiştir [16,17,18]. Po Avrupa kökenli 111.421 kişiyi içeren meta-analiz, obezite ile ilişkili on iki polimorfizm için fiziksel aktivite ile genetik risk arasında önemli bir ilişki kurmuştur [19, 20, 21]. 19.268 çocuk ve 218.166 yetişkini içeren bir başka meta-analiz, boş zamanlarında daha fazla fiziksel aktivitenin FTO varyantlarının etkilerini azalttığını, televizyon izlemek gibi daha uzun hareketsiz yaşam sürelerinin obeziteyi artırmaya yönelik genetik yatkınlığı artırdığını bulmuştur [22, 23].

SONUÇ

Yukarıdaki literatür taramasından elde edilen bulgulara uygun olarak, yeme bozukluğunu, davranış alışkanlıklarının yaygınlığını ve metabolik göstergelerdeki değişimdeki önemini özetlemek için girişimlerde bulunulmuştur. Her insanın genleri içinde özel bir beslenme planı vardır. Gıdanın biyoaktif bileşenleri ve besinleri gen ekspresyonunu etkiler. Çalışmalar, besinler ve genler arasında çeşitli seviyelerde birçok ilişki tanımlamıştır. Spesifik olarak, genler çeşitli besinlerin alımını ve metabolizmasını düzenlerken, besinler çeşitli genlerin ifadesini olumlu veya olumsuz yönde etkiler. Bu literatür taramasının sonuçları, terapistlerin müdahale sırasındaki hedefli davranışları sırasında metabolik etkileri doğru bir şekilde tanımalarına yardımcı olur. Bu ilişkilerin belirlenmesi, nüfus düzeyinde metabolik sendromlu hastaların etkili beslenme ve fiziksel aktivite algoritmaları geliştirmelerine olanak tanır.

KAYNAKLAR

1. Hruby A, Manson JE, Qi L ve diğerleri. Obezitenin belirleyicileri ve sonuçları. Am J Halk Sağlığı. 2019;106:1656–62. doi: 10.2105/AJPH.2016.303326.

2. Naureen Z, Miggiano GAD, Aquilanti B, Velluti V, Matera G, Gagliardi L, Zulian A, Romanelli R, Bertelli M. Fiziksel aktiviteyi destekleyen diyetlerin reçetelenmesi için genetik test. Acta Biyomlu 2020;91. https://doi.org/10.23750/abm.v91i13-S.10584 .

3. Drabsch T, Holzapfel C. Kilo yönetimi için kişiselleştirilmiş gen bazlı diyet önerilerine bilimsel bir bakış açısı. Besinler 2019;11:617. https://doi.org/10.3390/nu1103 .

4. Grimaldi KA, van Ommen B, Ordovas JM, Parnell LD, Mathers JC, Bendik I, Brennan L, Celis-Morales C, Cirillo E, Daniel H. Genotip temelli diyet tavsiyesi için bilimsel geçerliliği ve kanıtları değerlendirmek için kılavuzlar önerdi. Genler Nutr 2019;12:1-12. https://doi.org/10.1186/s12263-017-0584-0 10.1186/s12263'nın sohbeti-017-0584-0

5. Rao AD, Güneş B, Saxena A, Hopkins PN, Jeunemaitre X, Kahverengi NJ, Adler GK, Williams JS. Serum ve glukokortikoid ile indüklenebilir kinaz 1 genindeki polimorfizmler, kan basıncı ve diyet tuzu alımına renin tepkisi ile ilişkilidir. Hum Hipertansiyonları 2013;27:176-https://doi.org/10.1038/jhh.2012.22.

6. Corella D, Peloso G, Arnett DK, Demissie S, Cupples LA, Tucker K, Lai CC, Parnell LD, Coltell O, Lee YC APOA2, diyet yağları ve vücut kitle indeksi: 3 bağımsız popülasyonda bir gen-diyet etkileşiminin replikasyonu. Kemer Stajyer Med 2020;169:1897-906. https://doi.org/10.1001/archinternmed .

7 .Daha sonra, Rager ML, Havrda DE, Harralson AF. D vitamini eksikliği durumuyla ilişkili CYP2R1 ve GC genlerindeki genetik varyasyon. J Eczane Uygulaması 2021;30:31-6. https://doi.org/10.1177/0897190015585876 10.

8. Ferguson LR, De Caterina R, Görman U, Allayee H, Kohlmeier M, Prasad C, Choi MS, Curi R, De Luis DA, Gil Á. Uluslararası nutrigenetik / nutrigenomik derneği'nin kişiselleştirilmiş beslenme rehberi ve konumu: bölüm 1-hassas beslenme alanları. J Nutrigenet Nutrigenomik 2021;9:12-27. https://doi.org/10.1159/000445350 10.1159/000445350.

9. Razquin C, Marti A, Martinez JA. İlgili üç obezojen üzerindeki kanıtlar: MC4R, FTO ve PPARy. Kişiye özel beslenme yaklaşımları. Mol Nutr Gıda Res 2021;55:136-49. https://doi.org/10.1002/mnfr.202100445 10.1002/mnfr.201000445.

10. Camilleri G, Kiani AK, Herbst KL, Kaftalli J, Bernini A, Dhuli K, Manara E, Bonetti G, Stuppia L, Paolacci S, Dautaj A, Bertelli M. Yağ birikiminin genetiği. Eur Rev Med Farmakol Bilimi 2021;25:14-22. https://doi.org/10.26355/eurrev_202112_27329 .

11. Vettori A, Pompucci G, Paolini B, Del Ciondolo I, Bressan S, Dündar M, Kenanoğlu S, Unfer V, Bertelli M, Geneob P. Genetik geçmiş, beslenme ve obezite: bir inceleme. Eur Rev Med Farmakol Bilimi 2019;23:1751-61. https://doi.org/10.26355/eurrev_201902_17137 .

12. Cozzolino S, Cominetti C. Sağlık ve hastalıkta yaşamın farklı evrelerinde beslenmenin biyokimyasal ve fizyolojik temelleri. Monole, Sao Paulo, Brezilya, 2013. Şu adresten temin edilebilir

13. Balasundaram P. ve Santhanam P. Statpearls'ta "Yeme Bozuklukları" [İnternet] (Treasure Island, Florida: StatPearls Publishing, 2023).

14. Precone V, Beccari T, Stuppia L, Baglivo M, Paolacci S, Manara E, Miggiano G, Falsini B, Trifirò A, Zanlari A. Tat, koku alma ve doku ile ilgili genler ve gıda seçimleri: Sağlık durumuna etkileri. Eur Rev Med Farmakol Bilimi 2019;23:130 https://doi.org/10.26355/eurrev_201902 .

15. De Caterina R, El-Sohemy A. Spesifik nutrijenetik öneri algoritmalarına doğru ilerlemek: kafein, genetik varyasyon ve kardiyovasküler risk. J Nutrigenet Nutrigenomik 2020;9:106-15. https://doi.org/10.1159/000446801 10.1159/000446801

16. Frayling TM, Timpson NJ, Weedon MN, Zeggini E, Freathy RM, Lindgren CM, Perry JR, Elliott KS, Lango H, Rayner NW. FTO genindeki yaygın bir varyant, vücut kitle indeksi ile ilişkilidir ve çocukluk ve yetişkin obezitesine yatkındır. Bilim 2019;316:889-94. https://doi.org/10.1126/science.1141634 10.1126.

17. Claussnitzer M, Dankel SN, Kim K-H, Quon G, Meuleman W, Haugen C, Glunk V, Sousa IS, Beaudry JL, Puviindran V. İnsanlarda obezite varyant devresi ve adiposit esmerleşmesi için. İngilizce Med 2025;373:895-907. https://doi.org/10.1056/NEJMoa250221 .

18. De Geus E, De Moor MH. Spor performansının genetik ve moleküler yönleri. 1. baskı. Oxford: Joun Wiley ve Oğulları; 2021.

19. Wang J, Wang LJ, Zhong Y, Gu P, Shao JQ, Jiang SS, Gong JB. Çinli bir popülasyonda CETP gen polimorfizmleri ve koroner ateroskleroz riski. Lipid Sağlığı Dis 2023;12:1-5. https://doi.org/10.1186/1476-511X-12-176 10.1186/1476-511X-12-176.

20. Costa N, Rosa C. Fonksiyonel gıdalar: biyoaktif bileşenler ve fizyolojik etkiler. 1 Yeniden Basım. Rúbio, Rio de Janeiro: 2011. 'Dan temin edilebilir. Erişim tarihi: 01/07/2022.

21. Tebani A, Bekri S. Metabolomik Yoluyla Hassas Beslenmenin Önünü Açmak. Ön Nutr 2019;6:41. https://doi.org/10.3389/fnut.2019 .

22.Merinos J, Dashti HS, Li SX, Sarnowski C, Adalet AE, Graff M, Papoutsakis C, Smith CE, Dedoussis GV, Lemaitre RN. Genomik epidemiyoloji konsorsiyumu'ndaki kalp ve yaşlanma araştırmaları kohortları'ndan 91.114 Avrupalı soy katılımcısının makro besin alımının genom çapında meta analizi. Mol Psikiyatrisi 2019;24:1920-32. https://doi.org/10.1038/s41380-018-0079-4 10.1038/s41380'nın sohbeti-018-0079-4 .

23. Precone V, Beccari T, Stuppia L, Baglivo M, Paolacci S, Manara E, Miggiano G, Falsini B, Trifirò A, Zanlari A. Tat, koku alma ve doku ile ilgili genler ve gıda seçimleri: Sağlık durumuna etkileri. Eur Rev Med Farmakol Bilimi 2019;23:1305-21.

METABOLIK BILEŞENLERI OLAN BIREYLERDE GEN POLIMORFIZMLERININ INCELENMESİ

INVESTIGATION OF GENE POLYMORPHISMS IN INDIVIDUALS WITH METABOLIC COMPONENTS

DİLBAR AYDARBEKOVA[1], DINARA NEMETOVA[2]

[1]Tıp Doktora öğrencisi

[2]Özel Klinik Dersler Bölüm öğretmeni

[1,2]Hoca Ahmet Yesevi Uluslararası Türk-Kazak Üniversitesi,

Tıp Fakültesi, Özel Klinik Dersler Bölümü

ORCID - 0009-0008-6845-032X

ÖZET

X sendromu olarak da bilinen Metabolik sendrom, insülin direnci, Dünya Sağlık Örgütü tarafından abdominal obezite, insülin direnci, hipertansiyon ve hiperlipidemi ile karakterize patolojik bir durum olarak tanımlanmaktadır. Bu durum Batı dünyasında başlamış olsa da, Batı yaşam tarzının dünyaya yayılması bugün gerçekten küresel bir sorun haline geldi. Multipl skleroz prevalansı, bazı gelişmekte olan ülkelerin kentsel nüfusu arasında genellikle Batılı meslektaşlarına göre daha yüksektir . Bu hastalığın yayılmasına katkıda bulunan iki ana faktör, yüksek kalorili, düşük lifli fast food tüketiminin artması ve mekanize ulaşım ve hareketsiz dinlenme nedeniyle fiziksel aktivitenin azalmasıdır. Multipl skleroz, tip 2 diyabet, koroner arter hastalığı, felç ve diğer hastalıklar gibi hastalıkların yayılmasına katkıda bulunur.

Son yıllarda çok sayıda çalışma yapılmış olsa da, bunların kesin etiyolojisi hala tam olarak araştırılmaktadır. Bugün, aralarında insülin direnci, yağ dokusu disfonksiyonu, kronik inflamasyon, bağışıklık sistemi, endokrin bozuklukları, genetik faktörler vb., davranış ve çevredeki değişiklikler, Batı diyetine geçiş ve hareketsiz yaşam tarzı gibi multipl sklerozun gelişimi için çeşitli mekanizmalar önerilmiştir. bu pandeminin ana nedenleriydi. Moleküler genetiğin ortaya çıkmasıyla birlikte, multipl sklerozun genetik nedenlerini belirlemek için çeşitli çalışmalar yapılmış ve hipertansiyon, lipit metabolizması, insülin direnci, iltihaplanma ve obezite ile ilişkili birçok gen tanımlanmıştır.

Metabolik sendrom - poligenik ve çok faktörlü bir özne olarak kabul edilen karmaşık bir risk faktörleri kümesidir. Makalemizde NPY 'de - rs16147 ve FTO'da rs9939609 gibi bazı genetik çalışmalar ve bunların MS gelişimi ile ilişkileri hakkında bilgi sunuyoruz.

Anahtar kelimeler: metabolik sendrom, obezite, genetik faktörler.

ABSTRACT

Metabolic syndrome, also known as X syndrome, is a pathological condition characterized by insulin resistance, abdominal obesity, hypertension, and hyperlipidemia, as defined by the World Health Organization. Although this condition originated in the Western world, the global spread of the Western lifestyle has made it a truly worldwide issue today. The prevalence of metabolic syndrome is often higher among urban populations in some developing countries

compared to their Western counterparts. Two major contributing factors to the spread of this disease are the increased consumption of high-calorie, low-fiber fast food and the decrease in physical activity due to mechanized transportation and sedentary leisure. Metabolic syndrome contributes to the development of diseases such as multiple sclerosis, type 2 diabetes, coronary artery disease, stroke, and others.

Although many studies have been conducted in recent years, their exact etiology is still under investigation. Today, several mechanisms have been proposed for the development of metabolic syndrome, including insulin resistance, adipose tissue dysfunction, chronic inflammation, immune system and endocrine disorders, genetic factors, as well as behavioral and environmental changes, the adoption of a Western diet, and sedentary lifestyles. These are considered to be the main drivers of this global pandemic. With the advent of molecular genetics, various studies have been conducted to identify the genetic causes of metabolic syndrome, and many genes associated with hypertension, lipid metabolism, insulin resistance, inflammation, and obesity have been identified.

Metabolic syndrome is a complex cluster of risk factors considered to be polygenic and multifactorial in nature. In our article, we present information on certain genetic studies—such as rs16147 in the NPY gene and rs9939609 in the FTO gene—and their association with the development of metabolic syndrome.

Keywords: metabolic syndrome, obesity, genetic factors.

GİRİŞ

Metabolik sendrom (MetS) dünya çapında yaygındır ve yetişkinlikte kardiyovasküler hastalıklar gibi ciddi hastalıkların gelişme olasılığı daha yüksektir [1]. Mevcut kanıtlara göre metabolik sendrom, gen polimorfizmini içeren genetik yatkınlıkla ilişkili bir semptomdur. Metabolik sendrom, poligenik ve çok faktörlü bir özne olarak değerlendirilen karmaşık bir risk faktörleri kümesidir [2].

Makalemizde bazı genetik araştırmalar hakkında bilgi sunuyoruz, özellikle NPY genindeki rs16147 ve FTO genindeki rs9939609 varyantları ile metabolik sendrom (MetS) gelişimi arasındaki ilişkiye değiniyoruz.

AMAÇ

Metabolik sendromu olan hastalarda Nöropeptid Y ve FTO (yağ kütlesi ve obezite ile ilişkili) genlerinin polimorfizmi konusundaki literatürün gözden geçirilmesi.

YÖNTEM.

Literatür taraması sırasında 2018 ile 2025 yılları arasında yayımlanan PubMed, Medline, Google Scholar, Embase ve Web of Science bilimsel veri tabanlarından 30 makale incelendi.

TARTIŞMA

MetS, poligenik ve çok faktörlü bir özne olarak değerlendirilen karmaşık bir risk faktörleri kümesidir. Makalemizde bazı genetik araştırmalar hakkında bilgi sunuyoruz; özellikle NPY genindeki rs16147 ve FTO genindeki rs9939609 varyantları ile MetS gelişimi arasındaki ilişki ele alınmaktadır.

NPY, merkezi ve periferik sinir sisteminde eksprese edilen bir nöromediyatördür ve kan basıncı, enerji dengesi, bağışıklık yanıtı ve inflamasyon ile böbreklerde elektrolit taşınması gibi birçok fizyolojik sürecin düzenlenmesinde rol oynar.

NPY ailesinin reseptörleri, iştahı uyaran endojen nöropeptid Y ve ilişkili peptidlerin transmembran taşınmasının fizyolojik temelini oluşturan G proteinine bağlı reseptörler (GPCR) sınıfına aittir . Ayrıca, sinir sisteminde geniş bir şekilde dağılım gösteren NPY, beslenme, enerji metabolizması ve duyguların ifadesi gibi birçok biyolojik sürecin düzenlenmesine katılmaktadır . Merkezi NPY sinyalinin aktivasyonu, vücut ağırlığının artmasına ve obeziteyi teşvik eden bir dizi etkilerin ortaya çıkmasına yol açmaktadır.

NPY, merkezi sinir sistemi, kardiyovasküler sistem, solunum sistemi, gastrointestinal sistem ve endokrin sistemle ilişkili çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılan ve farklı fizyolojik süreçlerde görev alan bir amino asittir. NPY, iştahı uyandırarak hipotalamusta enerji alımı ihtiyacı hakkında merkezi sinir sistemine sinyal göndermek gibi çeşitli mekanizmalar aracılığıyla gıda tüketiminde önemli bir rol oynar ve oreksijenik (iştah artırıcı) bir etki gösterir

Bilim insanlarının araştırmalarına göre, NPY geninin rs16147 polimorfizmi, obezitesi olan ve alkolik olmayan yağlı karaciğer hastalığı tanısı almış biyopsiyle doğrulanmış hastalarda, steatohepatit ve lobüler iltihaplanma oranlarının düşük olmasıyla bağımsız bir şekilde ilişkilidir.

MetS, dünya çapında yaygın olup, yetişkinlik döneminde kardiyovasküler hastalıklar gibi ciddi hastalıkların gelişme olasılığıyla ilişkilidir. Modern verilere göre, MetS, genetik yatkınlıkla ilişkili bir semptom kompleksidir ve gen polimorfizmlerini içerir

İnsanın FTO geninde, çocuklar ve ergenlerde erken metabolik sendrom (MS) gelişimine önemli derecede etki eden genetik varyantlar bulunmaktadır.

Yağ kütlesi ve obeziteye (FTO) bağlı gen, esas olarak hipotalamusta üretilir. Bu gen, enerji dengesi, yemek alımının düzenlenmesi ve adipogenezde rol oynar. Metabolik fenotiplere göre yapılan araştırmalar, FTO rs9939609 varyantını vücut kitle indeksi (VKİ), vücut yağı kütlesi ve gıda alımıyla ilişkilendirmiştir.

FTO rs9939609 varyantı, kan serumundaki lipitlerin konsantrasyonunu etkileyerek hipercolesterolemia riskini artırabilir

FTO rs1477196 geninin, alkolik olmayan yağlı karaciğer hastalığına yatkınlıkla güvenilir bir şekilde ilişkili olduğu ve bu ilişkinin vücut kitle indeksi aracılığıyla olabileceği belirlenmiştir

SONUÇ

Metabolik sendrom üzerine yapılan araştırmaların güncel ve geleceğe yönelik önemli yönlerinden biri, genetik belirteçlerin tespiti ve aday genlerin tüm olası polimorfizmlerini analiz ederek, metabolik sendrom ve onun komplikasyonlarının gelişimindeki genetik yatkınlığı incelemektir. Yapılan literatür taramasında, FTO geninin rs9939609 polimorfizminin metabolik sendrom ve onun bileşenleriyle ilişkisi belirlenmiştir. Literatür verilerinin analizi, metabolik sendromun genetik belirleyicilerinin bütünsel bir görüntüsünü oluşturmak için kapsamlı bir genetik araştırmanın gerekliliğini doğrulamaktadır.

KAYNAKLAR

1. Robertson CC, Inshaw JRJ, Onengut-Gumuscu S, Chen WM, Santa Cruz DF, Yang H, Cutler AJ, CrouchDJM, Farber E, Köprüler SL Jr, Edberg JC, Kimberly RP, Buckner JH, Deloukas P, Dalgıçlar J, Dabelea D, Lawrence JM, Marcovina S, Şah AS, Greenbaum CJ, Atkinson MA, Gregersen PK, Oksenberg JR, Pociot F, Rewers MJ, Steck AK, Dunger DB; Tip 1 Diyabet Genetiği Konsorsiyumu; Hasır LS, Concannon P, Todd JA, Zengin SS. İnce haritalama, atalar arası ve genomik analizler, tip 1 diyabet için nedensel varyantları, hücreleri, genleri ve ilaç

hedeflerini tanımlar. / Nat Genet. 2021 Temmuz. N. 53(7). S. 962-971. doı: 10.1038/s41588-021-00880-5 . Epub 2021 14 Haz. PMID: 34127860; PMCID: PMC8273124.

2. Gharipour M., Nezafati P., Sadeghian L., Eftekhari A., Rothenberg I., Jahanfar S. Precision medicine and metabolic syndrome. // ARYA Atheroscler. 2022 Jul. N 18(4). P. 1-10. doi: 10.22122/arya.2022.26215. PMID: 36817343; PMCID: PMC9937665

3. Spoto B., Mallamaci F., Politi C., Parlongo R.M.T., Leonardis D., Capasso G., Tripepi G., Zoccali C. Neuropeptide Y gene polymorphisms and chronic kidney disease progression. // J Hypertens. 2024 Feb 1. N 42(2). P. 267-273. doi: 10.1097/HJH.0000000000003600. Epub 2023 Oct 18. PMID: 37889542

4.Yu J., Xiao K., Chen X., Deng L., Zhang L., Li Y., Gao A., Gao J., Wu C., Yang X., Zhou Q., Yang J., Bao C., Jiao J., Cheng S., Guo Z., Xu W., Cao X., Guo Z., Dai J., Hu J., Fu Z., Cao G. Neuron-derived neuropeptide Y fine-tunes the splenic immune responses. // Neuron. 2022 Apr 20. N 110(8). P. 1327-1339.e6. doi: 10.1016/j.neuron.2022.01.010. Epub 2022 Feb 8. Erratum in: Neuron. 2023 Apr 19;111(8):1346-1347. PMID: 35139365.

5. Zhang L., Hernandez-Sanchez D., Herzog H. Regulation of Feeding-Related Behaviors by Arcuate Neuropeptide Y Neurons. // Endocrinology. 2019 Jun 1. N 160(6). P. 1411-1420. doi: 10.1210/en.2019-00056. PMID: 31089694.

6. Zou X., Chen L., Li B., Xiao J., Xu P. The neuropeptide Y receptor gene repository, phylogeny and comparative expression in allotetraploid common carp. // Sci Rep. 2022 Jun 8. N 12(1). P. 9449. doi: 10.1038/s41598-022-13587-2. PMID: 35676423; PMCID: PMC9177570

7. Li B., Ma S., Guo S., Li N., Liu D., Wang H., Zhai N., Zhang Y. Altered features ofneurotransmitters: NPY, α-MSH, and AgRP in type 2 diabetic patients with hypertension. // J Int Med Res. 2020 May. N 48(5). 300060520919580. doi: 10.1177/0300060520919580. PMID: 32436432; PMCID: PMC7243407.

8. Pain S, Brot S, Gaillard A. Neuroprotective Effects of Neuropeptide Y against Neurodegenerative Disease. // Curr Neuropharmacol. 2022 Aug 3. N 20(9). P. 1717-1725. doi: 10.2174/1570159X19666210906120302.

9. Aller R., López-Gomez J.J., Izaola O., Primo D., de Luis D. Role of neuropeptide Y gene variant (rs161477) in liver histology in obese patients with non-alcoholic fatty liver disease. // Endocrinol Diabetes Nutr (Engl Ed). 2019 Apr. N 66(4). P. 217-222. English, Spanish. doi: 10.1016/j.endinu.2018.10.007. Epub 2019 Jan 25. PMID: 30691985

10. Gharipour M., Nezafati P., Sadeghian L., Eftekhari A., Rothenberg I., Jahanfar S. Precision medicine and metabolic syndrome. // ARYA Atheroscler. 2022 Jul. N 18(4). P. 1-10. doi: 10.22122/arya.2022.26215. PMID: 36817343; PMCID: PMC9937665.

11. Osman W.M., Khan S.M., Jelinek H.F., Almahmeed W., Tay G.K., Alsafar H.S. Clinical correlations and genetic associations of metabolic syndrome in the United Arab Emirates. // Gene. 2020 May 15. N 738. 144476. doi: 10.1016/j.gene.2020.144476. Epub 2020 Feb 18. PMID: 32061761.

12. Sierra-Ruelas E., Campos-Pérez W., Torres-Castillo N., García-Solís P., Vizmanos B., Martínez-López E. The rs9939609 Variant in FTO Increases the Risk of Hypercholesterolemia in Metabolically Healthy Subjects with Excess Weight. // Lifestyle Genom. 2022. N 15(4). P.131-138. doi:10.1159/000527097. Epub 2022 Sep 21. PMID: 36183687.

13. Chen X., Gao Y., Yang X., Zhang H., Mo Z., Tan A. Relationship of FTO gene variations with NAFLD risk in Chinese men. // Open Life Sci. 2020 Nov 30. N15(1). P. 860-867. doi: 10.1515/biol-2020-0081. PMID: 33817272; PMCID: PMC7874577.

TRENDS AND ADVANCES IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR ANATOMY AND RADIOLOGY: A REVIEW OF LITERATURE

Derya ÖZTÜRK SÖYLEMEZ[1], Sevinç AY[2], Elif EMRE[3]

[1] Asst. Prof., Sinop University, Vocational School of Health Services,
ORCID 0000-0003-1685-7802
[2] Lecturer Dr., Fırat University, Department of Software Engineering,
ORCID 0009-0001-6309-0889
[3]PhD. Dr., Fırat University, Faculty of Medicine, Department of Anatomy,
ORCID 0000-0001-5659-3499

Abstract

In recent years, the rapid advancement in computing technology has given impetus to the application of artificial intelligence (AI) in many aspects of daily life, by automating complex tasks and delivering sophisticated predictive capabilities. Radiology, a discipline reliant on image interpretation, stands to benefit significantly from artificial intelligence's potential to enhance diagnostic accuracy, optimise workflow efficiency, and deliver personalised insights. The capacity of AI systems to process and analyse medical images with superior speed and precision to that of humans has been well-documented, and their application, particularly in the fields of radiology and oncology, has been shown to positively impact the interpretation of digital imaging. The development of AI-driven tools has the potential to transform radiological anatomy by assisting clinicians in qualitative image interpretation, volume measurement of tumours, prediction of clinical outcomes, and assessment of the effects of disease and treatment on neighbouring organs. Radiology, which occupies a pivotal position in clinical anatomy, has been at the vanguard of adopting digital technology by integrating modalities such as computed tomography, magnetic resonance imaging and ultrasound.

In this study, bibliometric analysis methods were applied on 89 data points obtained from the Web of Science database, and the results were presented. Within the scope of the study, the keywords 'anatomy', 'artificial intelligence' and 'radiology' were searched with the 'all fields' option. The bibliometric analysis was conducted utilising the Voswiever (version 1.6.20) and R studio (2024.12.1) programmes. The analysis revealed that studies conducted between 1998 and 2025 initially demonstrated a gradual pace of progress. However, in 2021, there was a marked increase in the number of publications, which reached its zenith in 2024. The analysis revealed that the predominant publication type was articles (n=61), with all studies being prepared in English. The present study aims to provide guidance to academicians and new researchers who wish to conduct research in these fields by examining the literature on the use of artificial intelligence in anatomy and radiology.

Keywords: bibliometric analysis, radiological anatomy, artificial intelligence

1.INTRODUCTION

Artificial intelligence has brought innovations in many fields and has made significant advances in the medical field, especially in radiology, pathology, ophthalmology and dermatology (Kulkarni et al., 2019). The integration of computer vision and AI has increased our understanding of human anatomy and physiology, improving the detection and management of diseases in their early stages (Olveres et al., 2021). AI has proven capable of automating complex tasks and delivering superior predictive analytics solutions, with significant impacts in various fields, including economics and medicine (Naqa et al., 2020). The use of AI in medical imaging has ushered in a transformative era that promises improved patient outcomes through early disease detection, precise diagnoses, and personalized treatment strategies (Coelho, 2023). It is also revolutionizing diagnostic accuracy, workflow efficiency and overall patient care (Bhandari, 2024). AI plays an important role in extracting valuable insights from comprehensive medical datasets and facilitates precision medicine by tailoring treatments to individual patient characteristics (Hamamoto et al., 2020). Machine learning and AI facilitate the analysis of vast medical data, providing healthcare providers with insights to improve the quality of patient care and increase the likelihood of successful outcomes (Khandelwal, 2021). AI-driven image analysis enables the detection of subtle abnormalities that the human eye cannot detect, increasing diagnostic accuracy and enabling early intervention (Nia et al., 2023).

Artificial intelligence systems have been shown to be able to process and analyze medical images with a speed and precision that exceeds human capabilities, especially in the fields of radiology and oncology, positively impacting the interpretation of digital imaging. (Bhandari, 2024; Nia et al., 2023) The development of AI-driven tools has the potential to transform radiological anatomy by assisting clinicians in qualitative image interpretation, tumor volume measurement, clinical outcome prediction, and assessment of the impact of disease and treatment on adjacent organs (Mun et al., 2021).

Deep learning models have an extraordinary ability to distinguish complex patterns and features in medical images that may not be easily visible to the human eye (Coelho, 2023). These deep learning algorithms enable automated and precise evaluation of medical imaging data, reducing physicians' workload, minimizing diagnostic errors and time, and improving the accuracy of disease prediction and detection (Nia et al., 2023). Despite the evolution of machine learning-based computer-aided diagnostic tools over the last two decades, their integration into clinical practice has faced challenges, such as demonstrating tangible clinical benefits, seamlessly integrating into existing workflows, and building sustainable business models (Mun et al., 2021). Machine learning algorithms are being utilized to extract features from radiographic images, enabling more informed prognostic decisions. As machine learning and radiology gain a foothold in radiology, it has the potential to improve precision medicine and clinical applications (Ghuwalewala et al., 2021). In addition to increasing diagnostic accuracy, deep learning techniques have the capacity to streamline workflows, reduce interpretation time, and ultimately improve patient outcomes (Thakur et al., 2024). In recent years, deep learning has emerged as a transformative force in medical image analysis, enabling automated interpretation and precise diagnosis in various clinical fields (Suganyadevi et al., 2021).

Artificial intelligence encompasses a variety of disciplines, including machine learning, representational learning, and deep learning, each contributing uniquely to the advancement of medical imaging. Since the 1980s, a large number of machine learning algorithms with diverse applications, mathematical foundations, and logical theories have been implemented to perform

classification tasks in radiology (Lee et al., 2017). Advances in algorithms, computational capabilities, and the availability of extensive imaging data have contributed to the growing importance of deep learning, which has shown superior performance compared to traditional machine learning techniques in medical image analysis (Zhu et al., 2019). Deep learning models exhibit a remarkable capacity to distinguish complex patterns and representations from extensive datasets, making them highly suitable for the analysis of complex medical images (Borjali et al., 2020). In the field of orthopaedics, the use of AI relies heavily on deep learning techniques for medical image interpretation, with the potential to improve diagnostic accuracy and efficiency, identify critical cases and reduce human error. AI algorithms analyze medical images to detect anomalies, classify diseases, and measure anatomical structures, thus assisting radiologists in formulating more accurate and timely diagnoses.

2. METHOD

Within the scope of the study, data obtained from the Web of Science (WoS) database were used. On April 15, 2025, the keywords “anatomy”, “artificial intelligence” and “radiology” were searched by selecting “All Fields”. Bibliometric analysis methods were applied on 89 data obtained.

Bibliometric analysis is a type of analysis based on quantitative (numerical) data of scientific publications. It aims to examine the basic structure, development, trends and impacts of literature in a particular field or fields.

VOSviewer (version 1.6.20) and R studio (version 2024.12.1) Bibliometrix packages were used for bibliometric analysis.

Year, author, keyword and country analyses were performed with the biblioshiny package for RStudio (version 2024.12.1). VOSviewer (version 1.6.20) was used for author, country and citation network analysis.

3. RESULTS

In this section, findings about the data obtained from the Web of Science (WoS) database are presented. The findings obtained through bibliometric methods applied on the data set are analyzed within the scope of distribution according to the number of author citations, distribution according to the number of publication citations, and country analysis.

3.1. Findings about the Data Set

When the data obtained are analyzed, the document types are listed as follows: Article (n=56), Review Article (n=18), Proceeding Paper (n=10), Early Access (n=4), Book Chapters (n=1).

The top 5 categories with the most published studies are as follows: Radiology Nuclear Medicine Medical Imaging, Computer Science Artificial Intelligence, Engineering Biomedical, Surgery, Medicine General Internal. Other key findings about the dataset are presented in Table 1.

Table 1. Key information about the data

Tanım	Sonuç
Timespan	1998:2025

Sources (Journals, Books, etc)	59
Documents	89
Annual Growth Rate %	10.55
Document Average Age	2.76
Average citations per doc	24.24
References	3851
Keywords Plus (ID)	265
Author's Keywords (DE)	330
Authors	517
Authors of single-authored docs	4
Single-authored docs	4
Co-Authors per Doc	5.51
International co-authorships %	26.97

It is seen that 59 of the studies are independent from each other and are found in different sources. The annual growth rate was determined as 10.55%. The average number of citations per document is 24.24 and there are 3851 references in total. 517 authors contributed to the studies, with only 4 single-author documents. There is an average of 5.51 co-authors per document and the international co-authorship rate is 26.97%.

3.2. Number of Articles by Year

When the distribution of studies by years is analyzed, it is seen that the study rate was quite stable from 1998, when the first publications were made, until 2020. As of 2021, it is seen that the interest in the field has increased, while the number of double-digit publications was reached only in 2022. While 2024 was the year with the highest number of publications in this field, it is seen that the expected work rate has not yet been reached. Figure 1 shows the distribution of publications by year.

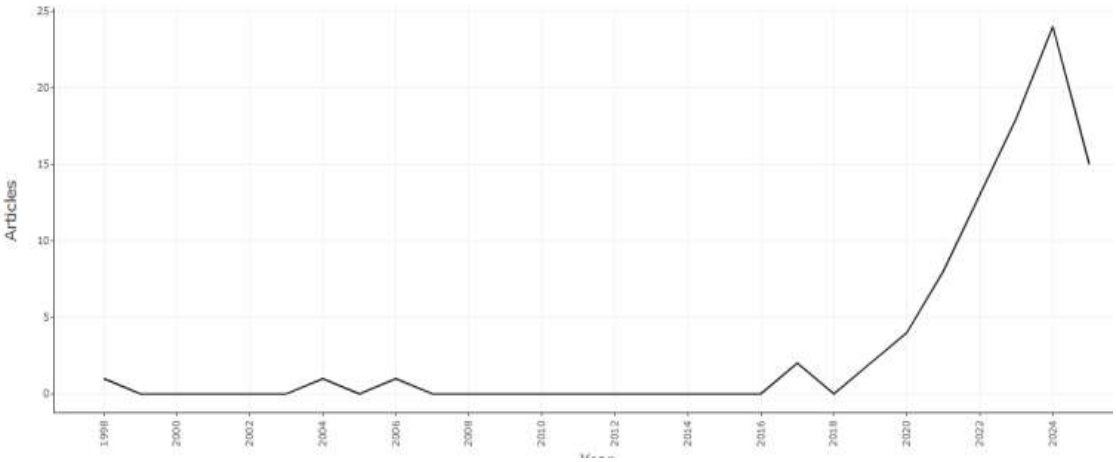


Figure 1. Distribution of studies by years

3.3.Author Profile and Network Analysis

When the data obtained in the dataset are analyzed, among the 517 authors working in this field, 365 authors have passed the threshold according to the criteria of having at least 1 publication and 1 citation. When the authors are ranked in terms of total link strength, Bernardo C. Bizzo, Keith J. Dreyer, Shadi Ebrahimian, Mannudeep K. Kalra, Samer Alabed are in the top 5. Figure 2 shows the network analysis showing the author links from the VOSviewer program.

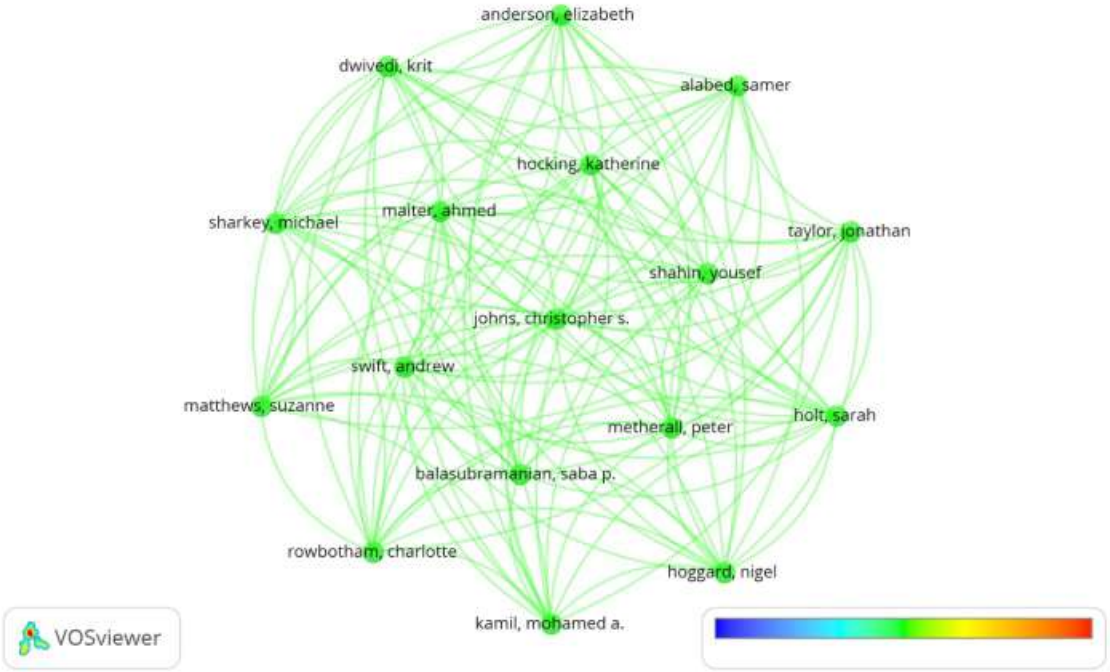


Figure 2. Co-authorship network map

Figure 2 visualizes co-authorship relationships between authors. The nodes (dots) on the map represent individual authors, while the lines between the nodes represent the works that these authors have published together. The density and thickness of the lines reflect the strength of the collaboration. This network of co-authorship shows that interdisciplinary or

multi-authored collaborations are prominent in studies, and that there is a strong scientific community clustered around a few central authors. Authors such as Johns, Hocking, Balasubramaniam and Taylor are important nodes in the collaborative network and appear to play central roles in scientific production.

3.4. Keyword Analysis

When the data obtained from the dataset is analyzed, the most used keywords in the field are as follows; anatomy (n=6), artificial-intelligence (n=6), system (n=6), classification (n=5), cancer (n=3). Figure 3 shows the World cloud obtained from Keywords Plus and prepared by the R-Studio program.



Figure 3. Keywords Plus WordCloud

The use of keywords is also important in terms of showing the subject trends in the field. Three-Field Plot showing the distribution of keywords between authors and the most published sources in the field is presented in Figure 4.

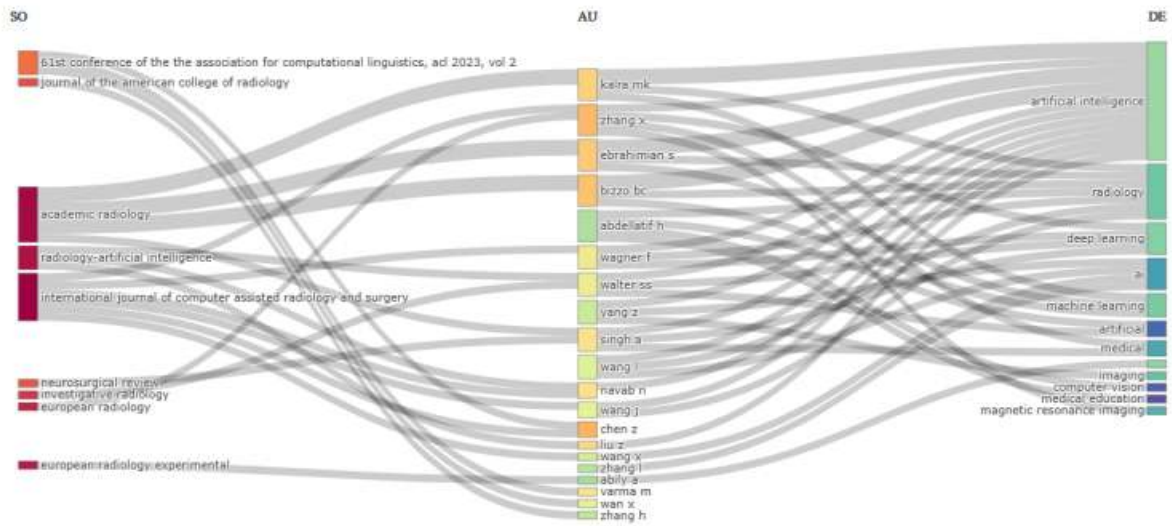


Figure 4. Three-Field Plot

Three-Field Plot, which shows the relationships between SO (Source), AU (Authors) and DE (Keywords). This graph is used to analyze structural relationships in the literature. According to the Three-Field Plot, it shows that certain journals (especially Academic Radiology and Radiology-AI) are prominent in academic publications produced at the intersection of artificial intelligence, anatomy and radiology, authors such as Kalra and Zhang make important contributions to these publications, and key concepts such as “Artificial Intelligence”, “Radiology” and “Deep Learning” are at the center.

3.5. Citation Distribution Analysis

According to the article data obtained between 1998 and 2025, citation analysis was performed on authors. Applying the criteria of at least 1 publication and 1 citation, 365 authors who passed the threshold were analyzed. All 365 authors were selected and 24 of them were linked. A total of 18 clusters were obtained among 24 items. Fractionalization was chosen as the normalization method and default values were used. Figure 5 shows the citation network analysis.

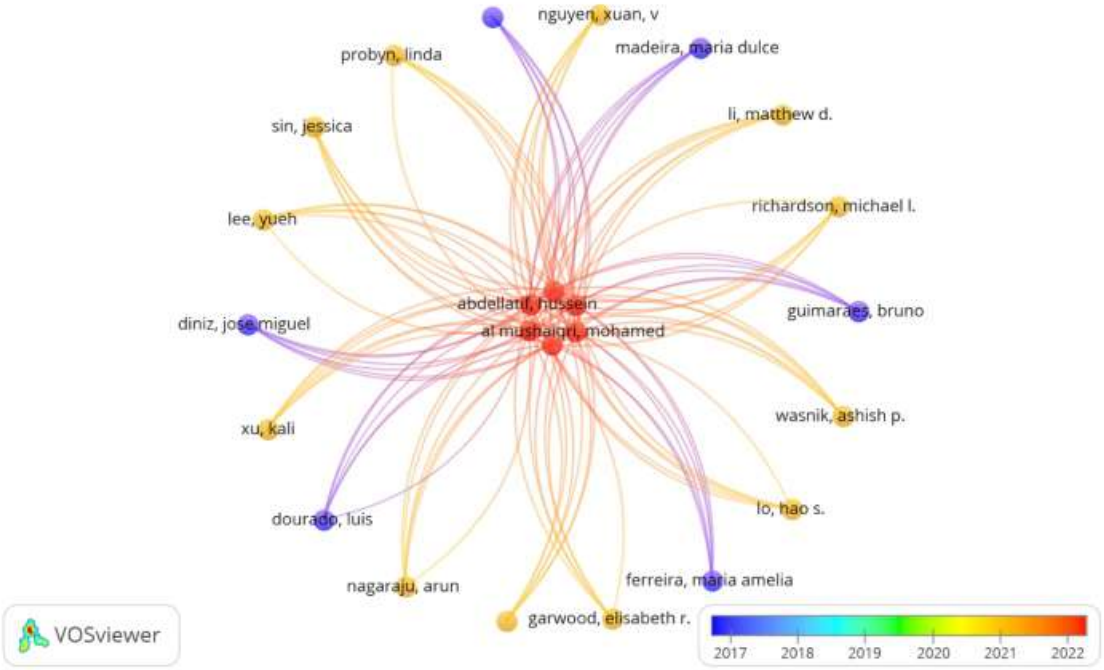


Figure 5. Citation network analysis

When the citation analysis is analyzed, it is seen that Hussein Abdellatif (33), Mohamed Al Mushaqiri (33), Adhari Abdullah Al-Zaabi (33), Halima Albalushi (33), Srijit Das (33) are the top 5 most cited authors. Especially Hussein Abdellatif and Mohamed Al Mushaqiri stand out by showing centrality. The source citation analysis in terms of the journals in which the studies were published is analyzed and presented in Figure 6.

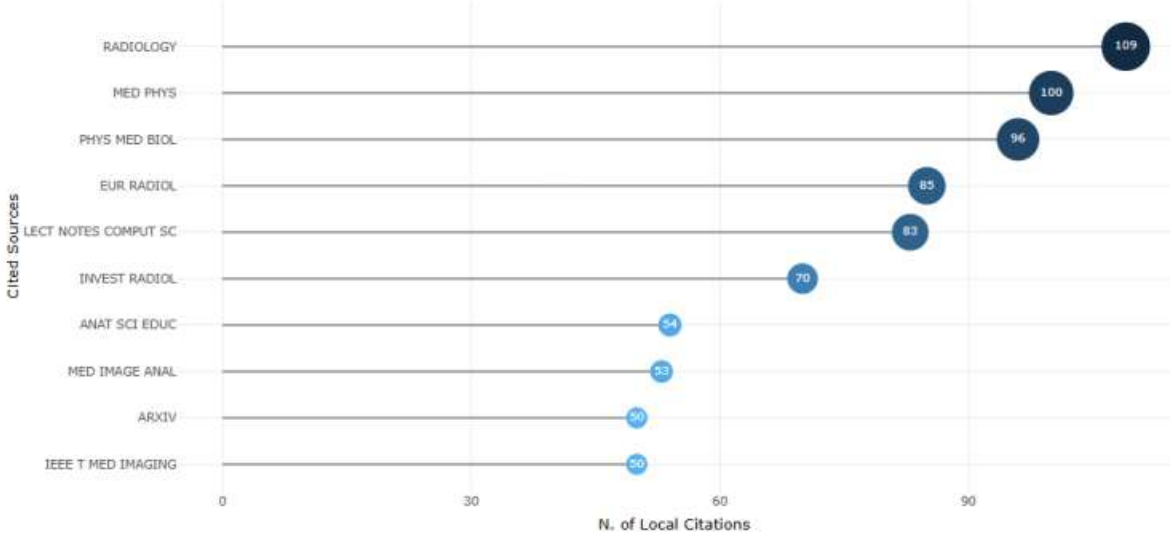


Figure 6. Most local source citations

The figure shows the most cited sources and presents the number of local citations each source has received, along with the bubble size. The prominent references are Radiology (109), Med Phys (100), Phys Med Biol (96), Eur Radiol (85), Lect Notes Comput Sc (83), Invest Radiol (70), Anat Sci Educ (54), Med Image Anal (53), Arxiv (50), IEEE T Med Imaging (50). These results show that the journal "Radiology" was the most frequently consulted source for the studies, followed by Med Phys and Phys Med Biol, respectively. The majority of the publications cite sources based on medical imaging, radiology and physics.

3.6. Analysis of Countries

When bibliographic cooperation was analyzed in terms of countries, it was seen that studies were conducted from 39 different countries. Considering the criterion of having at least 1 publication and at least 1 citation, the analysis was carried out on 33 countries that exceeded the threshold value. The top 5 countries with the highest number of publications are USA (n=27), Peoples R China (n=13), Germany (n=12), England (n=9), Australia (n=5). The network analysis showing the cooperation between countries is presented in Figure 7.

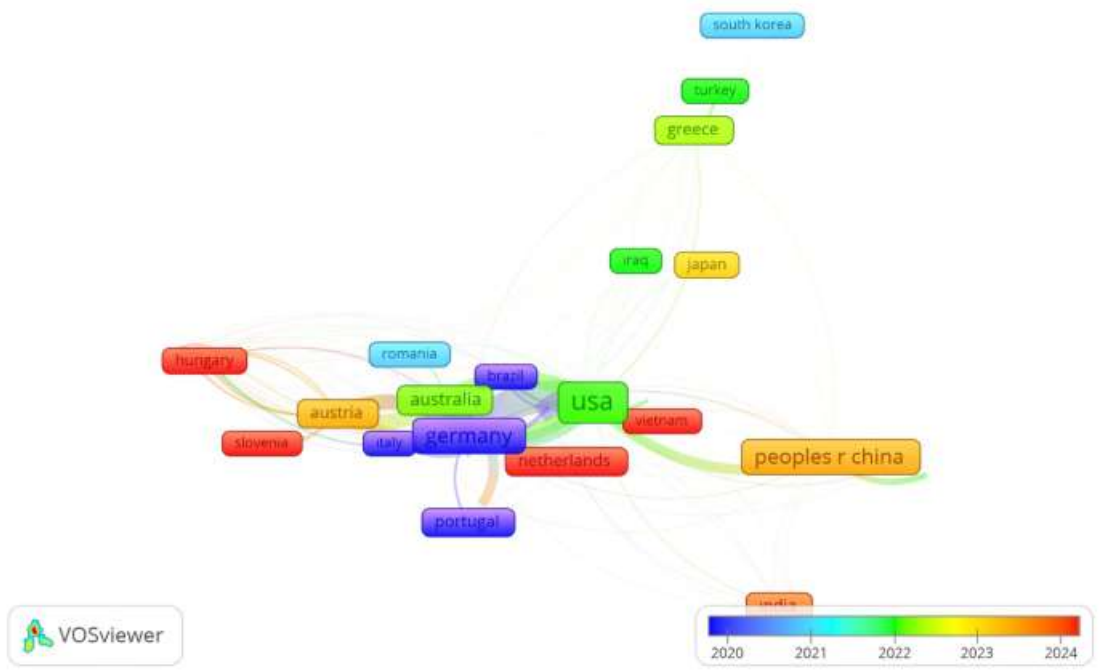


Figure 7. Country network analysis

When the country analysis is analyzed, it is seen that 6 different clusters are obtained. When all countries are analyzed on a cluster basis, Cluster 1: Australia, Brazil, Canada, Germany, Israel, Italy, Portugal, Romania, USA, Vietnam, Cluster 2: Austria, Hungary, Russia, Saudi Arabia, Slovenia, South Africa, Switzerland, Cluster 3: Greece, Iraq, Japan, South Korea, Turkey, Cluster 4: England, France, Netherlands, Oman, Cluster 5: Belgium, Finland, Peoples R China, Cluster 6: India, Kazakhstan. These cluster structures are important in terms of seeing the cooperation between countries.

Another important bibliographic tool showing cooperation between countries is the "Countries Collaboration World Map" presented in Figure 8.

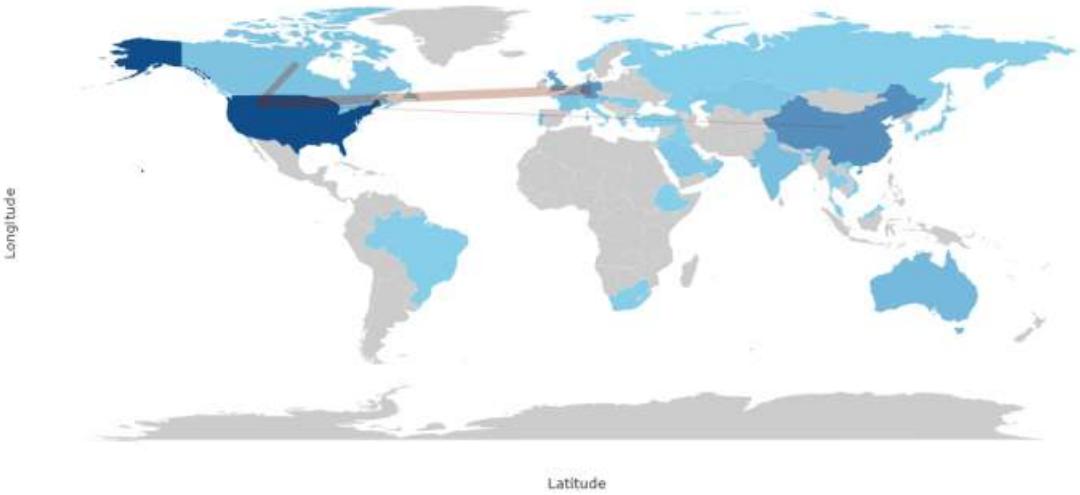


Figure 8. Collaboration world map

According to the cooperation world map, the frequency of cooperation between countries was highest between USA-Germany (4), USA-Canada (3), USA-China (2). Cooperation between other countries was determined as 1 publication at most.

4. CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

The findings reveal that artificial intelligence is increasingly being used in the medical field, especially in radiology and anatomy, and academic productivity in this field has shown a significant increase in recent years.

Artificial intelligence shows significant potential to revolutionize the fields of anatomy and radiology, offering opportunities to increase diagnostic accuracy, streamline workflows and ultimately improve patient outcomes. The incorporation of AI into radiology holds great promise for improving diagnostic capabilities and optimizing workflows, but it also requires addressing challenges related to data quality, algorithm transparency and privacy concerns (Bhandari, 2024). Successful adoption of AI in clinical practice requires a multidisciplinary approach involving radiologists, computer scientists, regulatory agencies and industry partners to ensure patient safety and efficacy (Najjar, 2023).

Despite significant progress, the incorporation of AI into anatomy and radiology continues to face challenges that require continuous research and innovation. Even if basic research is advancing rapidly, the adoption of these algorithms into routine clinical practice is gradual. Radiology departments face practical obstacles in negotiating contracts for AI systems and integrating them into IT infrastructures. Furthermore, the effective use of AI in radiology faces several barriers, such as lack of interpretation, the need for rigorous validation and standardization, and the imperative to preserve the human element in healthcare (Kotter & Ranschaert, 2020; Najjar, 2023).

With our study, the place of radiological anatomy in rapidly advancing technological developments and artificial intelligence applications has been defined, but the slow clinical acceptance and application processes are noteworthy. In this sense, more studies and funding support are needed in the digitalization and integration of anatomy with radiology. It is thought that our study will be a guide for new researchers who will work on 'Developing the use of artificial intelligence in radiologic anatomy'.

5. REFERENCES

Bhandari, A. (2024, October 29). Revolutionizing radiology with artificial intelligence. *Cureus*. https://doi.org/10.7759/cureus.72646

Borjali, A., Sadeghi, S., & Mouodi, S. (2020). Deep learning in orthopedics: How do we build trust in the machine? *Healthcare Transformation*. https://doi.org/10.1089/heat.2019.0006

Coelho, L. (2023). How artificial intelligence is shaping medical imaging technology: A survey of innovations and applications. *Bioengineering*, *10*(12), 1435. https://doi.org/10.3390/bioengineering10121435

Ghuwalewala, S., Bhalerao, N., & Raut, A. (2021, January). Levels of autonomous radiology. *arXiv*. https://doi.org/10.48550/arxiv.2112.07286

Gunasekara, S. R., Fernando, T., & Peiris, H. (2020, January). A feasibility study for deep learning based automated brain tumor segmentation using magnetic resonance images. *arXiv*. https://doi.org/10.48550/arxiv.2012.11952

Hamamoto, R., Suenaga, M., & Yamada, M. (2020). Application of artificial intelligence technology in oncology: Towards the establishment of precision medicine. *Cancers*, *12*(12), 3532. https://doi.org/10.3390/cancers12123532

Khandelwal, S. (2021). Review of inclusion of machine learning techniques in medicine field. *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*, *6*(5). https://doi.org/10.33564/ijeast.2021.v06i05.032

Kotter, E., & Ranschaert, E. (2020). Challenges and solutions for introducing artificial intelligence (AI) in daily clinical workflow. *European Radiology*, *31*(1), 5. https://doi.org/10.1007/s00330-020-07148-2

Kulkarni, S., Seneviratne, M., Baig, M. S., & Khan, A. H. (2019). Artificial intelligence in medicine: Where are we now? *Academic Radiology*, *27*(1), 62. https://doi.org/10.1016/j.acra.2019.10.001

Lee, J.-G., Jun, S., Cho, Y.-W., Lee, H., Kim, G. B., Seo, J. B., & Kim, N. (2017). Deep learning in medical imaging: General overview. *Korean Journal of Radiology*, *18*(4), 570. https://doi.org/10.3348/kjr.2017.18.4.570

Mazurowski, M. A., Buda, M., Saha, A., & Bashir, M. R. (2018). Deep learning in radiology: An overview of the concepts and a survey of the state of the art with focus on MRI. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, *49*(4), 939. https://doi.org/10.1002/jmri.26534

Mun, S. K., Ho, B. H., & Bae, H. (2021). Artificial intelligence for the future radiology diagnostic service. *Frontiers in Molecular Biosciences*, *7*. https://doi.org/10.3389/fmolb.2020.614258

Najjar, R. (2023). Redefining radiology: A review of artificial intelligence integration in medical imaging. *Diagnostics*, *13*(17), 2760. https://doi.org/10.3390/diagnostics13172760

El Naqa, I., Li, R., & Murphy, M. J. (2020). Artificial intelligence: Reshaping the practice of radiological sciences in the 21st century. *British Journal of Radiology*, *93*(1106). https://doi.org/10.1259/bjr.20190855

Nia, N. G., Sadeghian, A., & Alimardani, M. (2023). Evaluation of artificial intelligence techniques in disease diagnosis and prediction. *Discover Artificial Intelligence*, *3*(1). https://doi.org/10.1007/s44163-023-00049-5

Olveres, J., Chavez, J., & Valdez, G. (2021). What is new in computer vision and artificial intelligence in medical image analysis applications. *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery*, *11*(8), 3830. https://doi.org/10.21037/qims-20-1151

Razzak, I., Naz, S., & Zaib, A. (2017, January). Deep learning for medical image processing: Overview, challenges and future. *arXiv*. https://doi.org/10.48550/arxiv.1704.06825

Suganyadevi, S., Ramalakshmi, S., & Akilandeswari, L. (2021). A review on deep learning in medical image analysis. *International Journal of Multimedia Information Retrieval*, *11*(1), 19. https://doi.org/10.1007/s13735-021-00218-1

Thakur, G. K., Yadav, A., & Raj, R. (2024, May). Deep learning approaches for medical image analysis and diagnosis. *Cureus*. https://doi.org/10.7759/cureus.59507

Zhou, S. K., Greenspan, H., Davatzikos, C., Duncan, J. S., Van Ginneken, B., Madabhushi, A., Prince, J. L., Rueckert, D., & Summers, R. M. (2021). A review of deep learning in medical

imaging: Imaging traits, technology trends, case studies with progress highlights, and future promises. *Proceedings of the IEEE, 109*(5), 820. https://doi.org/10.1109/jproc.2021.3054390

Zhu, G., Li, H., & Lu, W. (2019). Applications of deep learning to neuro-imaging techniques. *Frontiers in Neurology, 10*. https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00869

CONCEPT OF OCCUPATIONAL SAFETY AND DUTIES, AUTHORITIES AND RESPONSIBILITIES OF OCCUPATIONAL SAFETY EXPERT

İŞ GÜVENLİĞİ KAVRAMI VE İŞ GÜVENLİĞİ UZMANININ GÖREV, YETKİ VE SORUMLULUKLARI

Burak Yılmaz ÜÇOK[1], Salih Berkan AYDEMİR[2]

Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı

[1]Elektrik Bakım Mühendisi, Ekur Et Entegre Fabrikası, Gıda Sektörü,

0009-0000-5920-6095

[2]Doçent Doktor, Amasya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği,

0000-0003-0069-3479

Özet

İş sağlığı ve güvenliği (İSG), modern iş yaşamının değerli unsurlarından biri olarak, mesleksel rahatsızlıkların ve çalışırken karşılaşılan kazaların önlenmesine yönelik kapsamlı bir yaklaşımı ifade eder. Çalışanların güvenliğini sağlamak, yalnızca bireysel sağlık açısından değil, aynı zamanda iş yerinde verimliliğin artması, ekonomik kayıpların önlenmesi, çalışma ortamının devamlılığının sağlanabilmesi açısından da ciddi bir öneme sahiptir. İş güvenliği, risklerin önceden belirlenerek kontrol altına alınmasını, iş yerinde tehlikelerin en aza indirgenmesini ve çalışanların bilinçlendirilmesini amaçlayan bir sistemdir.

Bu çalışmada, İSG kavramı derinlemesine incelenerek, Türkiye'deki yasal düzenlemeler, uygulamalar ve İSG profesyonellerinin icra ettikleri görevler ve üstlendikleri sorumluluklar incelenmiştir. İSG konusunda etkin önlemler alınmadığında meydana gelen kazaların hem çalışanlar hem de işverenler açısından ciddi sonuçlar doğurduğu görülmektedir. Bu nedenle, İSG politikalarının iş yerlerinde verimli olarak uygulanması büyük gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı, İSG alanında içerisinde bulunulan durumu geniş çerçevede analiz etmek ve iş kazalarının önlenmesine yönelik çözümler sunmaktır. Çalışmada, iş güvenliği hakkında önemli ifadeler ve tanımlamalar ele alınarak, meslek kazalarının sebepleri ile İSG uzmanlarının sorumlulukları detaylandırılmıştır. Ayrıca, İSG'nin verimli olarak uygulanması için politika önerileri geliştirilmiştir.

Netice olarak İSG yalnızca kanuni bir zorunluluk olmayan, ayrıca toplumun genel refahını ve ekonomik sürdürülebilirliğini doğrudan etkileyen kritik bir faktördür. İş kazalarının ve meslek hastalıklarının azaltılması; bilinçlendirme faaliyetleri, etkin denetimler gerçekleştirerek İSG kültürünün oluşturulmasıyla mümkündür. İSG alanında daha kapsamlı politikalar geliştirilmesi, iş yerlerinde denetimlerin artırılması ve çalışanların bilinçlendirilmesi, güvenli bir çalışma ortamı oluşturulması için atılması gereken en önemli adımlardır.

Anahtar Kelimeler: İş Güvenliği, İş Sağlığı, İş Güvenliği Uzmanı, İş Güvenliği Mevzuatı

Abstract

Occupational health and safety (OHS), as one of the valuable elements of modern business life, refers to a comprehensive approach to prevent occupational diseases and accidents encountered at work. Ensuring the safety of employees is of great importance not only in terms of individual health, but also in terms of increasing productivity in the workplace, preventing economic losses, and ensuring the continuity of the working environment. Occupational safety is a system that aims to identify and control risks in advance, minimize hazards in the workplace, and raise awareness among employees.

In this study, the concept of OHS was examined in depth, and the legal regulations, practices, and the duties and responsibilities of OHS professionals in Turkey were examined. It is seen that accidents that occur when effective measures are not taken in OHS have serious consequences for both employees and employers. Therefore, the efficient implementation of OHS policies in workplaces is a great necessity.

The main purpose of this study is to analyze the current situation in the field of OHS in a broad framework and to offer solutions for the prevention of occupational accidents. In the study, important expressions and definitions about occupational safety were discussed, and the causes of occupational accidents and the responsibilities of OHS experts were detailed. In addition, policy recommendations were developed for the efficient implementation of OHS.

As a result, OHS is not only a legal obligation, but also a critical factor that directly affects the general welfare and economic sustainability of society. Reducing occupational accidents and occupational diseases is possible by creating an OHS culture by carrying out awareness-raising activities and effective inspections. Developing more comprehensive policies in the field of OHS, increasing inspections in workplaces and raising awareness of employees are the most important steps to be taken to create a safe working environment.

Key Words: Occupational Safety, Occupational Health, Occupational Safety Specialist, Occupational Safety Legislation

1. GİRİŞ

Sanayileşmenin hız kazanmasıyla birlikte çalışma hayatı giderek daha karmaşık hale gelmiş ve İSG kavramı modern iş dünyasının ayrılmaz bir etken haline gelmiştir. Çalışırken yaşanan kazalarının ve mesleksel rahatsızlıkların engellenmesi, yalnızca çalışanların sağlığını ve yaşam kalitesini korumakla kalmayıp, aynı zamanda iş gücü performansını artırarak finansal olarak gelişmeye etki etmektedir. İSG, iş yerinde oluşabilecek bütün riskin önceden tespit edilmesini, gerekli önlemlerin alınmasını ve çalışanların güvenli bir ortamda çalışmalarını sağlamaya yönelik sistematik bir yaklaşımdır.

İş ortamındaki şartların düzeltilmesi, iş kazalarının ve mesleksel rahatsızlıkların için tarih boyunca çeşitli yasal düzenlemeler yapılmış ve işverenler ile çalışanlar arasında sorumlulukların paylaşılması amaçlanmıştır. Günümüzde İSG, yalnız yasal bir gereklilik olmamakla birlikte bunun dışında iş yerlerinde verimliliği artıran, sürdürülebilir çalışma ortamı oluşturan bir gereklilik olarak görülmektedir. Çünkü iş kazaları ve meslek hastalıkları, bireylerin yaşam kalitesini etkilerken diğer yandan da ekonomik kayıplara yol açan ciddi olaylardır.

Özellikle ağır sanayi, madencilik, inşaat ve imalat gibi sektörlerde iş güvenliği uygulamalarının önemi çok daha belirgin hale gelmiştir. Bu sektörlerde meydana gelen iş kazaları çoğunlukla ölümcül ya da ağır yaralanmalarla sonuçlanmaktadır. Güvenli olmayan çalışma koşulları,

yetersiz denetimler ve çalışanların bilinç eksikliği, kazaların artmasına sebep olan temel faktörler arasında yer almaktadır. Ancak, iş güvenliği sadece fiziksel önlemlerle sınırlı değildir; aynı zamanda çalışanların bilinçlendirilmesi, eğitim programlarının yaygınlaştırılması ve iş güvenliği kültürünün oluşturulması da önemli bir konudur.

İSG alanında alınan önlemlerin sadece çalışanları korumakla kalmayıp, aynı zamanda işverenler için de uzun vadede fayda sağladığı bilinmektedir. Çalışanların güvenli bir ortamda çalışmaları, iş gücü verimliliğini artırırken, iş kazaları nedeniyle oluşan maddi zararların ve hukuki süreçlerin önüne geçilmesine de yardımcı olmaktadır. Bu nedenle, iş güvenliği önlemlerinin etkin bir şekilde uygulanması, iş yerlerinde bir maliyet unsuru olarak değil, aksine uzun vadeli bir yatırım olarak değerlendirilmelidir.

Bu çalışma, iş güvenliği kavramını derinlemesine ele alarak, iş güvenliği uzmanlarının görev ve sorumluluklarını kapsamlı bir şekilde incelemeyi amaçlamaktadır. Aynı zamanda, mevcut iş güvenliği uygulamalarının etkinliği değerlendirilecektir. İSG bilincinin geliştirilmesi, yalnızca bireysel değil toplumsal bir sorumluluktur ve bu sorumluluğun bilinciyle hareket edilmesi, daha güvenli bir çalışma hayatı için kritik bir gerekliliktir.

1.1. İş Sağlığı ve Güvenliği

İSG, işin gerçekleştirilmesi esnasında oluşan işyerindeki fiziki çevresel etkenler dolayısıyla işçilerin karşılaştıkları mesleksel tehlikeler ve sağlık sorunlarının ortadan kaldırılması yada azaltılmasını amaç edinmiş bilimin önemli bir dalıdır (Çetinkaya, 2019).

İSG kavramını anlayabilmek amacıyla, ilk olarak işi gerçekleştiren çalışanın sahip olduğu en doğal, en önemli kazanımları arasında bulunan sağlık, güvenlik ve yaşama hakkıyla ilgili detaylı düşünülmesi gerekmektedir. Çalışmanın gerçekleştiği alan içerisinde sağlıklı, mutlu ve emniyet sağlanmış bir şekilde yaşaması, İSG'nin vazgeçilmezidir. İşçiler yaşamlarını devam ettirebilmek ve zorunlu olan ihtiyaçlarına kavuşabilmek amacıyla belirlenen maddi değer karşılığında yükümlü oldukları görevleri yerine getirmektedirler. Bundan dolayı çalışanlar, işyeri haricinde bulunduğu yerlerde de güven, huzur ve sağlık içerisinde olmalıdır (Yaşar, 2020).

1.2. İş Sağlığı ve Güvenliğinin Amaçları

İSG, güvenli ve sağlıklı iş şartları oluşturmayı, işçilerin sağlığın olumsuz etkileyebilecek risklerin erkenden tespit edilerek gerekli tedbirlerin uygulanmasını, bu tehlikelerin bertaraf edilmesini yada en düşük düzeyde kalması ile ilgili düzenlemeler yapılmasını, iş kazası yaşamadan, mesleksel hastalıkla karşılaşmadan, huzurlu ve emniyetli işyerinin oluşmasını, kişilerin bedensel, ruhsal sağlıklarının muhafaza edilerek üretimin sürekliliğini hedeflemektedir (Şahin, 2017).

1.3. İş Sağlığı ve Güvenliğinin Sağladığı Yararlar

İSG'nin Önemi: İSG, çalışma ortamında görev yapan bireylerin güvenlik ve sağlıklarını muhafaza etme maksadını hedefleyen çalışmaların toplamını ifade eder. Bu kavram hem işverenler hem de çalışanlar açısından son derece önemlidir. İSG, mesleksel hastalıkların ve iş esnasında gerçekleşen kazaların engellenmesine yönelik gerekli adımların atılmasını kapsar ve böylece iş yerinde güvenli bir çalışma ortamı oluşturur.

- Kaza Oranlarında Azalma

- Verimlilikte Artış

- Çalışan Memnuniyeti ve Motivasyon
- Maliyetlerin Azaltılması
- Hukuki Yükümlülükler ve Uyum
- Sürdürülebilir İş Ortamı

Netice olarak, İSG yalnızca hukuki zorunluluk olmamakla beraber aynı zamanda işletmelerin verimliliğini ve kişilerin memnuniyetini artıran hayati faktördür. İSG uygulamaları hem işverenlerin hem de işçilerin çıkarlarına hizmet eder ve uzun vadeli süreçte sürdürülebilir ve sağlıklı çalışma ortamı oluşturur (sem.ticaret.edu.tr, 2025).

2. 6331 SAYILI İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ KANUNUNUN GETİRDİKLERİ

İş yaşamını derinden ilgilendiren sosyal, siyasi ve finansal faktörler, devletin iş hukukundaki tecrübesi, uygulamada yaşanan zorluklar, koruyucu ve önleyici hizmetlerin tüm çalışanlar tarafından erişilebilir olmasını sağlama gerekliliği ve Avrupa Birliği ile ILO normlarına uyum sağlama zorunluluğu nedeniyle 4857 sayılı İş Kanunundan ayrı olarak, tüm çalışanları kapsayan ve önleyici, koruyucu önlemleri içeren, gelişmiş ülke örnekleriyle uyumlu düzenlemelerin hayata geçirilmesi için İSG kanunu 20.06.2012 tarihinde TBMM tarafından kabul edilmiş ve 30.06.2012 tarihli 28339 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiştir.

İSG yasasının 38. maddesi, iş yerlerinde İSG uzmanı, işyeri hekimi ve diğer sağlık personelinin görevlendirilmesi gibi düzenlemelerin aşamalı olarak yürürlüğe gireceği geçiş maddesidir.

İşverenler tarafından, 01.01.2013 tarihinde yürürlüğe giren İSG yasasının ilgili hükümleri gereği acil olarak yapılması gerekenler:

- Risk Değerlendirmesi
- Acil Durum Planı
- Çalışanların Eğitimi (www.kalderankara.org, 2025).

İSG Kanununun 9. maddesi gereğince işyerlerinin tehlike kategorilerinin belirlenmesi amacıyla 26 Aralık 2012 tarihinde ***'İş Sağlığı ve Güvenliğine Dair İşyeri Tehlike Kategorileri Tebliği'*** yayımlanmıştır. Bu tebliğ doğrultusunda, işyerleri gerçekleştirilen asıl işin türüne bağlı olarak sınıflara ayrılmıştır;

- Az Tehlikeli
- Tehlikeli
- Çok Tehlikeli

İSG Kanunu, 2012 yılında yürürlüğe giren ve bir dönüm noktası kabul edilen bu yasayla birçok düzenleme gerçekleştirilmiş, İSG alanında birçok düzenleme getirilmiştir (Gültekin, 2018).

3. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ UZMANLIĞI

İş güvenliği uzmanı kavramı, ülkemizde ilk defa 4857 sayılı İş Kanunu ile yasalaşmıştır (Bıyıkcı, 2010).

İSG Kanunu madde 3;

- İSG profesyonelini; 'Usul ve esasları mevzuatla tanımlanan, İSG ile ilgili işlerde çalışma yapmak için yetki verilmiş, İSG uzmanlığı belgesine sahip, bakanlık bünyesinde müfettiş olarak görev yapan müfettişler, mimarlık ve mühendislik mezunları ile teknik elemanlar' olarak tanımlamaktadır.
- Aynı madde içinde teknik elemanlar şöyle tanımlamaktadır; 'fizikçi, kimyager ve teknik öğretmen diploması bulunduran kişiler ile İSG bölümünden mezun olanlar' şeklinde ifade edilmiştir (Resmî Gazete, 2012, 28339).

11 Ekim 2013 tarihinde uygulamaya konulan ***"İSG Uzmanlarının Görev, Yetki, Sorumluluk ve Eğitimleri Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik"*** ile birlikte; ***biyologlar***, belirlenen koşulları yerine getirdikleri takdirde uzman olma hakkını elde etmişlerdir (Resmî Gazete, 2013, 28792).

3.1. A Sınıfı İş Güvenliği Uzmanlığı Belgesi

İSG uzmanlık seviyesi A olan bireylerin, yüksek risk, orta düzeyde risk ve düşük risk taşıyan kategorilerde bulunan tüm işyerlerinde çalışabilmesi ve bu sertifikanın alanındaki en yüksek yeterlilik derecesi olması dolayısıyla, kimin bu belgeye hangi şartlarla ulaşacağı oldukça dikkatlice değerlendirilmelidir. Bu nedenle, mevzuat düzenlemeleri çerçevesinde en fazla değişikliğe uğrayan sertifika sınıfı A sınıfıdır.

A seviye belgenin;

- En az 10 yıl İSG alanında denetim tecrübesine sahip olan teknik personel, mühendis ya da mimar unvanındaki iş müfettişlerine, sınava tabi tutulmaksızın,
- 10 yıl ve üzeri Bakanlıkta teknik personel, mimar yada mühendis sıfatıyla görev yapmış olanlara sınav şartı olmadan,
- Bakanlıkta görevli İSG profesyonellerinden 10 yıl çalışmış olanlara,
- B seviye belgeye sahip olan kişilerin 4 yıl ve üzeri görev yaparak A seviye eğitime katılması suretiyle A seviye sınavda başarı elde etmek koşuluyla,
- Teknik personel, mimar yada mühendislik branşına sahip kişilerden; İSG alanında doktora gerçekleştirenlere sınav şartı olmadan verileceği belirtilmiştir (Karakaya, 2018).

3.2. B Sınıfı İş Güvenliği Uzmanlığı Belgesi

B seviye belgenin;

- C sınıfı uzmanlık sertifikasıyla en az üç yıl süreyle aktif görevde bulunduğunu uzmanlık sözleşmesi ile kanıtlayan ve B sınıfı uzmanlık eğitimine katılarak yapılacak B sınıfı uzmanlık sınavında başarılı olması koşuluyla mühendis, mimar veya teknik personellere,
- Teknik personel, mimar yada mühendislik branşına sahip kişilerden; İSG alanında yüksek lisansını tamamlayanlara B seviye uzmanlık sınavında başarı elde etmek koşuluyla,
- En az 10 yıl İSG alanında denetim tecrübesine sahip, teknik personel, mühendis ya da mimar unvanı dışındaki iş müfettişlerine B seviye eğitime katılmak suretiyle B seviye sınavda başarı elde etmesi koşuluyla verileceği ifade edilmiştir (Karakaya, 2018).

3.3. C Sınıfı İş Güvenliği Uzmanlığı Belgesi

C seviye belgenin;

- Teknik personel, mimar yada mühendislik branşına sahip kişilerin C seviye eğitime katılmak suretiyle C seviye sınavda başarı elde etmesi koşuluyla,
- Müfettiş yardımcılığı da dahil olmak üzere 10 yıl ve fazlası İSG alanında denetim yapan teknik personel, mühendis yada mimar unvanı dışındaki iş müfettişlerine C seviye eğitime katılması koşuluyla,
- İSG ile ilgili bölümlerden diploma alıp C seviye sınavda başarı elde edenlere verileceği belirtilmiştir (Karakaya, 2018).

İSG Uzmanlarının Görev, Yetki, Sorumluluk ve Eğitimleri Hakkında Yönetmeliğin ***7. maddesi*** gereğince;

- Düşük riskli sınıfta olan işletmelerde; C seviye belge bulunduranlar,
- Riskli ve düşük riskli sınıfta olan işletmelerde; B seviye belge bulunduranlar,
- Düşük riskli, riskli ve yüksek riskli sınıfta olan işletmelerde ise; A seviye belge bulunduran kişilerin çalışabilecekleri ifade edilmektedir.

Fakat bununla birlikte İSG kanunu geçici madde 4'e göre;

- Çok riskli işletmelerde B seviye İSG profesyoneli,
- Riskli işletmelerde ise C seviye İSG profesyoneli 31 Aralık 2024 tarihine kadar istihdam edilebiliyordu.
- 31.12.2024 tarihinden sonra belirtilen madde uygulamadan kaldırılmıştır.

İSG Kanunu madde 6'ya göre ***50'den az işçi çalıştıran ve düşük riskli grupta bulunan*** işletmelerle ilgili İSG uzmanı ve işletme hekimi çalıştırma gerekliliği ***01.01.2025 tarihiyle*** uygulamaya girmiştir (nazaligundem.com, 2025).

3.4. İş Güvenliği Uzmanlarının Görev, Yetki ve Sorumlulukları

"İSG Uzmanlarının Görev, Yetki ve Sorumluluk ile Eğitimleri Hakkında Yönetmelik", Madde 9, İSG profesyonellerinin görevleri;

- Rehberlik
- Risk değerlendirmesi
- Çalışma ortamı gözetimi
- Eğitim, bilgilendirme ve kayıt
- İlgili birimlerle iş birliği (Gültekin, 2018).

Yönetmeliğin 10. Maddesine göre İş Güvenliği Uzmanlarının yetkileri;

- İşletmede tespit edilen yaşamsal risklerin ciddiyeti ve önlenemezliği durumunda, acil müdahale gerektiren hallerde işin durdurulması için işletme sahibine durumu bildirmek,
- Görevi icabı işyerinin tüm bölümlerinde İSG ile ilgili araştırma ve incelemeler yapmak, gerekli olan belge ve bilgilere erişmek ve işçilerle görüşmeler gerçekleştirmek,
- Görevi ile ilgili işlerde, işletme sahibinin bilgisi ve onayıyla, konuyla ilgili kurumlarla iş birliğinde bulunmak (Gültekin, 2018).

Yönetmeliğin 11. Maddesine göre İş Güvenliği Uzmanlarının sorumlulukları;

- İSG profesyonelleri, mevzuatta yer alan vazifelerini yerine getirirken, yapılan işi etkilememek suretiyle verimliliğin devamlılığının sağlanmasına destek olmak, işletme ve işletme sahibinin ticari bilgilerini gizleme sorumluluğunu taşımaktadırlar,
- İSG profesyonelleri, yaptıkları işlerdeki kusurlarıyla ilgili işletme sahibine karşı sorumludur,

- İSG tedbirleri kapsamında yapılan işin acil durdurulması ihtiyacını doğuran durumlar ile işçilerin hayati tehlikeleri için belirlenen süre aralığında gereken önlemlerin alınmaması durumunda, konu hakkında ilgili kurumlara yazılı şekilde bilgi vermekle yükümlüdür,
- Görev aldığı işletmede gerçekleştirilen işlere dair gözlem ve önerilerini, madde 9'daki bildirilen görevler kapsamında yaptığı icraatları, işletme doktoruyla beraber yürütülen çalışmalar ve gerek duyduğu başka bilgileri onaylı deftere kaydetmek zorundadır (Gültekin, 2018).

3.5. İş Güvenliği Uzmanlarının Karşılaştıkları Sorunlar

- Yetki ve Sorumluluk Dengesizliği
- Yönetim Desteğinin Yetersizliği
- Çalışma Sürelerinin Yetersizliği
- Mesleki İtibar Sorunu
- Yasal Belirsizlikler ve Cezai Sorumluluk Riski
- Eğitim ve Farkındalık Eksikliği
- İşyeri Ortamlarının Yetersizliği
- Çıkar Çatışmaları ve Baskılar
- Denetim ve Geri Bildirim Mekanizmalarının Eksikliği
- Sürekli Değişen Mevzuata Uyum Güçlüğü

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

İş sağlığı ve güvenliği, iş kazalarını ve meslek hastalıklarını önleyerek iş gücü kaybını minimize eden, ekonomik maliyetleri azaltan ve iş verimliliğini artıran kritik bir kavramdır. İş kazalarının büyük çoğunluğunun alınacak tedbirlerle önlenebilecek kazalardır. Ancak işverenlerin ve çalışanların bilinçsizliği, denetim eksiklikleri ve yasal boşluklar nedeniyle iş kazaları istenilen oranda engellenmiş değildir.

İş güvenliği uzmanlarının karşılaştığı zorluklar, işyerindeki mevcut kültürel engeller, organizasyonel yapılar ve kaynak yetersizlikleriyle mücadele etmeyi içerir. Türkiye'de iş güvenliği uzmanlarının etkinlikleri, genellikle yeterli denetim mekanizmalarının bulunmaması, işyerlerinde güvenlik kültürünün zayıf olması ve bazı sektörlerde yetersiz kaynak tahsisi gibi sebeplerle sınırlıdır. Bu nedenle, iş güvenliği uzmanlarının daha etkin çalışabilmesi için bu engellerin aşılması, daha fazla kaynak ayrılması ve denetim mekanizmalarının güçlendirilmesi gerekmektedir.

İş güvenliği uzmanlarının daha etkin çalışabilmesi için, yalnızca yasal düzenlemelerle değil, aynı zamanda toplumsal farkındalık ve kültürel değişimle desteklenen bir yapı kurulmalıdır. Bu bağlamda, iş güvenliği alanında daha fazla eğitim ve bilinçlendirme çalışmaları yapılmalı, uzmanların sürekli olarak eğitim alması sağlanmalıdır. Aynı zamanda, iş güvenliği uzmanlarının sorumlulukları net bir şekilde belirlenmeli ve işverenlerin bu uzmanlara gerekli yetkileri vermesi sağlanmalıdır.

İş güvenliği uzmanlarının sorumlulukları, iş güvenliği kavramının etkin bir şekilde uygulanabilmesi için kritik öneme sahiptir. Ancak, uzmanların karşılaştığı zorlukların aşılabilmesi için işyerlerinde güvenlik kültürünün güçlendirilmesi, mevzuatın sürekli güncellenmesi, eğitimlerin daha etkili hale getirilmesi ve denetim mekanizmalarının iyileştirilmesi gerekmektedir. İş güvenliği, yalnızca bir yasal yükümlülük değil, aynı zamanda çalışanların yaşam kalitesini artırmaya yönelik bir stratejik yatırımdır. Bu nedenle, iş güvenliği uzmanlarının sorumlulukları, her geçen gün daha da önem kazanmaktadır ve bu sorumlulukların yerine getirilmesi için daha güçlü bir iş birliği ve kaynak tahsisi gereklidir.

Bu çalışma, iş güvenliği kavramını, iş güvenliği uzmanlarının görev ve sorumluluklarını, mevzuatları ve çözüm önerilerini ele alarak iş güvenliği uygulamalarının daha etkin hale getirilmesi için kapsamlı bir değerlendirme sunmaktadır. ***Yapılan değerlendirmeler doğrultusunda aşağıdaki temel sonuçlara ulaşılmıştır:***

4.1. İş Güvenliği Eğitiminin Sürekli Olarak Yenilenmesi

İş güvenliği eğitimi, iş kazalarının önlenmesinde en temel araçlardan biridir. Ancak, iş güvenliği eğitimlerinin sürekli güncellenmesi gerektiği unutulmamalıdır. Yeni teknolojiler, işyerindeki değişen tehlikeler, mevzuat değişiklikleri ve iş süreçlerindeki dönüşüm, eğitimin de yenilenmesini zorunlu kılmaktadır. İşyerlerinde düzenli olarak, farklı düzeylerde ve görevlerdeki çalışanlar için iş güvenliği eğitimlerinin tekrarlanması gerekmektedir. Ayrıca, eğitimlerin sadece teorik bilgilerle sınırlı kalmaması, uygulamalarla desteklenmesi gerekmektedir.

4.2. İş Kazaları İçin Derinlemesine Analizler ve Kök Neden Analizlerinin Uygulanması

Her iş kazası, bir öğrenme fırsatıdır. Kazaların nedenlerinin sadece yüzeysel bir şekilde değil, kök nedenlere inilerek analiz edilmesi, iş güvenliği politikalarının daha etkin hale getirilmesini sağlayacaktır. Bu bağlamda, kazaların ardından yapılan kök neden analizi (root cause analysis) daha sistematik ve kapsamlı bir şekilde uygulanmalıdır. Kök neden analizi ile kazaların tekrarlanmasının önüne geçilmesi mümkün olacaktır.

4.3. İş Güvenliği Yöneticilerinin Sorumluluklarının Yasal Olarak Belirlenmesi

İş güvenliği uygulamalarının başarılı bir şekilde hayata geçirilmesinde iş güvenliği uzmanları ve yöneticilerinin kritik bir rolü vardır. Ancak, bu kişilerin görev ve sorumluluklarının yasal açıdan tam olarak netleştirilmesi gerekmektedir. Türkiye'deki mevcut mevzuat, iş güvenliği uzmanlarının görevlerini belirlemiş olsada, bu kişilerin sorumluluklarını daha net tanımlayan düzenlemeler, uygulamadaki tutarsızlıkları ve belirsizlikleri ortadan kaldıracaktır.

4.4. İşyerlerinde Güvenlik Kültürünün Entegre Edilmesi

İş güvenliği, yalnızca prosedür ve kuralların uygulanmasından ibaret değildir; bir ***kültür*** meselesidir. İşyerinde güvenlik kültürünün oluşturulması, güvenlik politikalarının ve prosedürlerinin daha etkin uygulanmasına yardımcı olacaktır. Güvenlik kültürünün geliştirilmesi, tüm çalışanların ve yöneticilerin bu konuda aktif bir şekilde sorumluluk almasını gerektirir. Bu kültür, işyerindeki tüm davranışları şekillendirir ve iş güvenliği adına büyük bir dönüşümü tetikler.

4.5. İş Güvenliği Performansına Dayalı Teşvik Sistemi Oluşturulması

İş güvenliği uygulamalarının etkinliği, sadece yasal zorunlulukların yerine getirilmesiyle değil, aynı zamanda performansın değerlendirilmesiyle de artırılabilir. Bu bağlamda, iş güvenliği performansına dayalı teşvik sistemleri oluşturulmalıdır. Çalışanlar ve işyerleri, iş güvenliği performanslarına göre ödüllendirilmeli ve fayda sağlayacak uygulamalar teşvik edilmelidir.

4.6. Çalışanların Güvenlik İhlalleri Konusunda Bilinçlendirilmesi

Çalışanlar, iş güvenliği prosedürlerine uymamak gibi olumsuz davranışlar sergileyebilir. Bu durum, iş kazalarının artmasına neden olabilir. Çalışanlar, güvenlik ihlallerinin ciddiyeti konusunda sürekli olarak bilinçlendirilmelidir. Eğitim programları, ihlallerin neden olduğu tehlikeleri ve sonuçlarını daha etkili bir şekilde anlatmalıdır. Ayrıca, ihlallerin sadece işyeri için değil, çalışanların kendileri için de ciddi sonuçlar doğurabileceği vurgulanmalıdır.

4.7. Yasal Düzenlemelerin Sürekli Güncellenmesi ve Denetimlerin Arttırılması

İş güvenliği mevzuatı, zaman içinde değişen iş koşulları ve teknolojik gelişmeler ışığında sürekli olarak güncellenmelidir. Türkiye'deki mevcut iş güvenliği mevzuatının güncel kalması ve işyerlerine uygulanabilirliğinin artırılması, yasal denetimlerin sıklaştırılması ile mümkün olacaktır. Mevzuatın her işyerine özel gereksinimleri karşılayacak şekilde revize edilmesi, iş güvenliğinde daha iyi sonuçlar alınmasını sağlayacaktır.

İş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının daha etkin hale getirilmesi için sunulan bu öneriler hem iş güvenliği uzmanlarının hem de tüm çalışanların daha aktif bir rol üstlenmesini sağlayacak, işyerlerinde güvenlik kültürünün yerleşmesine katkıda bulunacaktır. Güvenlik önlemlerinin sürekli olarak gözden geçirilmesi, işyeri ortamındaki yeniliklere adapte edilmesi ve çalışanlar arasında iş güvenliği konusunda tam bir farkındalık oluşturulması, iş kazalarını ve meslek hastalıklarını önemli ölçüde azaltacaktır. Bu çözüm önerileri, Türkiye'de iş güvenliği alanındaki en büyük sorunların çözülmesine ve uzun vadede güvenli bir çalışma ortamının yaratılmasına olanak tanıyacaktır.

5. KAYNAKLAR

Gültekin, S. (2018). İş Güvenliği Uzmanlarının Cezai Sorumluluğu ve Mevcut Sistemdeki İnisiyatifleri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, Adana.

https://nazaligundem.com/tr/yayinlar/6331-sayili-is-sagligi-ve-guvenligi-kanununun-6-maddesine-gore-50den-az-calisani-bulunan-ve-az-tehlikeli-sinifta-yer-alan-isyerlerine-iliskin-is-guvenligi-uzmani, Erişim Tarihi: 09.03.2025.

Karakaya, T. (2018). İş Güvenliği Uzmanlarının Çalışma Yaşamı Özellikleri, İş Stresi ve İş Güvencesizliğinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı Programı, Ankara.

Resmi Gazete, (2013). İş Güvenliği Uzmanlarının Görev, Yetki, Sorumluluk ve Eğitimleri Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik. RG Tarih: 11.10.2013, RG Sayı: 28792.

Resmi Gazete, (2012). 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu. RG Tarih: 30.06.2012, RG Sayı: 28339.

Bıyıkcı, E. (2010). İş Sağlığı ve Güvenliğinin Sağlanmasında İş Güvenliği Uzmanlığı. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.

Terzioğlu, A., https://www.kalderankara.org/bilgi-merkezi/makaleler/6331-sayili-is-sagligi-ve-guvenligi-kanunu, Erişim Tarihi: 09.03.2025.

https://sem.ticaret.edu.tr/is-guvenliginin-faydalari, İstanbul Ticaret Üniversitesi Sürekli Eğitim Merkezi, Erişim Tarihi: 15.03.2025.

Şahin, S. (2017). 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununa Göre İşyeri Hekimliği ve İş Güvenliği Uzmanlığı. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Özel Hukuk Anabilim Dalı, Ankara.

Yaşar, M. (2020). Balıkesir İlinde Tarım Makinaları Sanayi Çalışanlarının İş Güvenliği ve Ergonomi Algılarının Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Aydın.

Çetinkaya, M. (2019). Konya İlinde Tarım Makinaları İmalatı Yapılan Orta Ölçekli İşletmelerin İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

GENOTOXICITY TESTS
GENOTOKSİSİTE TESTLERİ

Nermin Seda ILGAZ

Dr. Arş. Gör, Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı, Moleküler Biyoloji ve Genetik, ORCID: 0000-0002-0956-0253

Özet

Tüm canlılar günlük hayatta çeşitli fiziksel veya kimyasal genotoksik ajanlara doğrudan ya da dolaylı olarak maruz kalmaktadır. Çevremizde bulunan genotoksik ajanlar, maruz kalan her birey için potansiyel bir sağlık riski oluşturmaktadır. Bu ajanlara maruz kalmak DNA hasarlarına, genetik mutasyonlara ve protein fonksiyonlarında değişikliklere yol açabilmektedir. Genotoksisite, çeşitli ajanların hücre içindeki genetik materyalde hasara neden olup malignitelere yol açabilme yeteneği olarak tanımlamaktadır. Bu hasarlar genelde gen mutasyonları, kromozom anomalileri, DNA zincir kırıkları şeklinde oluşmaktadır. Hücrenin genetik materyalinde meydana gelen hasarlar, kanser, kardiyovaküler hastalıklar, yaşlanma, infetilite ile bazı genetik ve multifaktoriyal hastalıklara da neden olabilmektedir. Genotoksisite testleri, fiziksel ve kimyasal ajanların mutajenitelerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bu testler; günlük hayatta maruz kaldığımız kimyasal maddelerin genotoksik ve karsinojenik potansiyelinin ve güvenilirliğinin araştırılmasını sağlamaktadır. Günümüzde çeşitli *in vitro* veya *in vivo* genotoksisite testleri kullanılmaktadır. *In vitro* testler, yeni ilaçların ve diğer tıbbi materyallerin, günlük kullanım ürünlerinin, kimyasal ve fiziksel faktörlerin potansiyel genotoksik etkilerini araştırmak için kullanılırken, *in vivo* testler, çevresel faktörlerin insanlar veya biyota üzerindeki etkilerini, zararlı çalışma ortamlarının insan sağlığı üzerindeki etkilerini veya çeşitli hastalıkların gelişimi ile ilişkili erken genetik değişiklikleri araştırmaya olanak tanır. Bu metinde en sık kullanılan genotoksisite testlerinden olan Ames testi, kardeş kromatid değişim testi, kromozom aberasyon testi, mikronükleus testi ve comet testi hakkında bilgi vermek amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: DNA hasarı, Genotoksinler, Genotoksisite testleri

Abstract

All living beings are directly or indirectly exposed to various physical or chemical genotoxic agents in daily life. The genotoxic agents found in our environment pose a potential health risk to every individual who is exposed. Exposure to these agents can lead to DNA damage, genetic mutations, and changes in protein functions. Genotoxicity is defined as the ability of various agents to cause damage to the genetic material within the cell, leading to malignancies. These damages generally occur in the form of gene mutations, chromosome abnormalities, DNA strand breaks. Damage to the genetic material of a cell can lead to cancer, cardiovascular diseases, aging, infertility, as well as some genetic and multifactorial diseases. Genotoxicity tests are used to determine the mutagenic potential of physical and chemical agents. These tests ensure the investigation of the genotoxic and carcinogenic potential and reliability of any chemical substance to which we are frequently exposed in daily life. Various *in vitro* or *in vivo* genotoxicity tests are presently used. *In vitro* tests are employed to investigate potential

genotoxic effects of new pharmaceuticals, other medical materials, daily-use products, chemical and physical factors while *in vivo* tests allow to investigate the effects of environmental factors on humans or biota, the effects of harmful work environments on human health, and early genetic changes related to the development of various diseases. This text aims to provide information about the most commonly used genotoxicity tests, including the Ames test, sister chromatid exchange test, chromosomal aberration test, micronucleus test and comet assay.

Keywords: DNA damage, Genotoxins, Genotoxicity tests

1.Giriş

Genotoksisite, çeşitli ajanların hücre içindeki genetik bilgiye zarar vererek mutasyonlara ve bunun sonucunda da malignitelere yol açabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Phillips et al., 2009, Seukep et al., 2014, Saks et al., 2017**,** Choudhuri et al., 2021). Genetik bilginin nesilden nesile sağlıklı olarak aktarılabilmesi için DNA yapısının korunması çok önemlidir. Genetik materyalde bazların alkillenmesi, oksidatif DNA baz hasarı, tek ve çift sarmal kırıkları, bazlar arasında çapraz bağlanmalar oluşması veya zincir kırıklarına bağlı ortaya çıkacak hasarlar genototoksisite olarak tanımlanan DNA hasarına yol açabilmektedir. (Coşkun et al.,2021). Genotoksisite genellikle mutajenite ile karıştırılmaktadır. Tüm mutajenik kimyasallar genotoksiktir; ancak tüm genotoksik bileşikler mutajenik değildir (Seukep et al., 2014). Genotoksik bir etki çoğu zaman hücre içinde onarılabilir ve mutasyona neden olmayabilir. Mutasyonlar, bir hücrenin genomunun DNA dizisindeki kalıcı değişikliklerdir (Coşkun et al.,2021).

Genotoksinler, DNA veya kromozom hasarına yol açabilen ajanlardır (Phillips et al., 2009). Genotoksik ajanlar fiziksel, kimyasal veya biyolojik kökenli olabilir. Fiziksel kökenli genotoksik ajanlara örnek olarak UV ışığı ve iyonlaştırıcı radyasyon verilebilir. Kimyasal genotoksinler arasında pestisitler, poliaromatik hidrokarbonlar (PAC'ler), ağır metaller, organik çözücüler bulunmaktadır. Biyolojik genotoksinler belirli bakteriler, mantarlar, virüsler, parazitler veya bitkiler tarafından oluşturulur (Tuenter et al.,2020).

İnsanlar günlük hayatta, hem mesleki hem de tesadüfi olarak çeşitli fiziksel veya kimyasal genotoksik ajanlara doğrudan ya da dolaylı olarak maruz kalmaktadır. Genotoksik ajanlar, maruz kalan her birey için potansiyel bir sağlık riski oluşturur ve özellikle kanserler olmak üzere çeşitli hastalık risklerini artırır (Veličkova et al., 2020). Genotoksinlere maruz kalmak somatik hücrelerde genetik materyalinin hasar görmesine ve kanser gelişimine yol açabilirken, germ hücreleriyle ilişkili hasar doğum kusurlarına yol açan kalıtsal mutasyonlardan sorumlu olabilir (Choudhuri et al., 2021). Maruz kalan her birey üzerindeki etki, ilgili faktöre maruz kalma derecesine, genotoksik ajanın eliminasyon yoluna ve bireyler arasında genetik farklılıklara bağlıdır (Veličkova et al., 2020).

1.1 Genotoksisitenin mekanizması

Genotoksisite mekanizmaları genel olarak doğrudan genotoksisite ve dolaylı genotoksisite şeklinde sınıflandırılır. Doğrudan genotoksisite, genotoksin veya metabolitinin DNA ile doğrudan etkileşiminden kaynaklanır. Dolaylı etki ise genotoksinin DNA dışı hedeflerle etkileşime girmesiyle gerçekleşir ve genetik hasarı teşvik eder. Genotoksisite, reaktif oksijen türleri (ROS), iyonlaştırıcı radyasyon, genetik bilginin kopyalanmasında hatalara yol açan uygunsuz baz dizilimine neden olan çevresel faktörler aracılığı ile baz kayıpları, sitozinin urasile dönüşümü gibi bazların değişimi veya dönüşümü, UV ışığının etkisi altında bazların

birbirine bağlanması gibi DNA'da çeşitli hasarlara neden olur. (Srivastava et al., 2016; Saks et al., 2017).

2. Genotoksisite tespit testleri

Ajanların genotoksik etkilerini belirlemek amacıyla çeşitli testler kullanılmaktadır. Bu testler, DNA molekülündeki hasarı ve kalıtsal özelliklerin aktarımı için son derece önemli olan kromozomların yapısında ve sayısındaki değişiklikleri ortaya çıkarabilmektedir (Veličkova ve Milev 2020). Sitogenetik yöntemler kimyasal kirleticiler ve iyonlaştırıcı radyasyon gibi fiziksel faktörlerle, çevresel ve mesleki maruziyetten kaynaklanan DNA hasarını araştırmak için önemlidir. Sitogenetik yöntemler, sayısal ve yapısal aberasyonlar ve mikronükleus (Mn) olarak bilinen özel bir kromozomal hasar türüyle ilgilenir (Sommer et al, 2020). Günümüzde çeşitli *in vitro* veya *in vivo* genotoksisite testleri kullanılmaktadır. *In vitro* testler, yeni ilaçların ve diğer tıbbi materyallerin, günlük kullanım ürünlerinin, kimyasal ve fiziksel faktörlerin potansiyel genotoksik etkilerini araştırmak için kullanılırken, *in vivo* testler, çevresel faktörlerin insanlar veya biyota üzerindeki etkilerini, zararlı çalışma ortamlarının insan sağlığı üzerindeki etkilerini veya çeşitli hastalıkların gelişimi ile ilişkili erken genetik değişiklikleri araştırmayı sağlar. En sık kullanılan genotoksisite testleri arasında Ames testi, kardeş kromatid değişim testi, kromozom aberasyon testi, mikronükleus testi ve comet testleri bulunmaktadır.

2.1 Ames Testi

Salmonella testi; Ames testi, gen mutasyonlarına yol açan, genetik hasara neden olabilen maddeleri tanımlamak için yaygın olarak kullanılan kısa süreli bir bakteriyel testtir. Test, bakterilerin histidin sentezlemesini ve dolayısıyla histidin yokluğunda büyüyüp koloniler oluşturmasını engelleyen mutasyonlara sahip bir Salmonella suşu kullanır. Bu önceden var olan mutasyonların bulunduğu yerde veya genlerin yakınında oluşacak olan yeni mutasyonlar, genin işlevini geri kazandırabilir ve hücrelerin histidin sentezlemesine olanak sağlayabilir. Bu yeni mutasyona uğramış hücreler histidin yokluğunda büyüyebilir ve koloniler oluşturabilir. Bu nedenle, teste sıklıkla "geri dönüş testi (reversion assay)" de denmektedir. Testte kullanılan Salmonella suşları, histidin operonundaki çeşitli genlerde farklı mutasyonlara sahiptir; bu mutasyonların her biri, farklı mekanizmalar aracılığıyla etki eden mutajenlere yanıt verecek şekilde tasarlanmıştır. Bu suşlara, çok çeşitli maddelere karşı daha duyarlı hale getirmek için ek mutasyonlar eklenmiştir. Salmonella mutajenite testi, kimyasal olarak indüklenen mutagenezi tespit etmek için özel olarak tasarlanmıştır (Tejs, 2008).

2.2 Kardeş Kromatit Değişimi (SCE) Testi

Kardeş kromatit değişimi (KKD) homolog lokuslardaki bir kromozomun kardeş kromatitleri arasındaki DNA segmentlerinin karşılıklı değişimleridir (Lialiaris.,2013, Jain et al.,2018). Teknik, DNA sentezinin yarı-korunumlu yapısından yararlanır. (Bayani et al., 2005). Bu durum, hücre döngüsünün sentez (S) fazı sırasında gerçekleşir. KKD 'ler DNA hasarının niceliksel ve niteliksel değerlendirilmesi için yaygın olarak kullanılmaktadır (Lialiaris., 2013). Hücre döngüsünün S fazı boyunca DNA replike olur ve her kromozomda sentromer ile yakından ilişkili kardeş kromatidler oluşur. Kardeş kromatidler, yavru hücrelere ayrılmadan önce mitozun erken metafazında ve geç profazda sitolojik olarak belirgin bir şekilde görülür. KKD' nin oluşumu için en az iki replikasyon siklusu gereklidir ve KKD' yi gösterebilmek için bir Timin analoğu olan BrdU (Bromodeoksiüridin) kullanılır. BrdU, timin gibi davranarak replikasyon boyunca uzayan DNA zincirine dahil olur. Hücrenin metafaz evresinde kromozomlar boyandığında, atasal zincire sahip kromatid koyu boyanırken, BrdU içeren yeni zincir açık renkte boyanmaktadır. KKD sayısı bir kromozomun açık boyanmış kromatidindeki

koyu boyanmış parçaların veya koyu boyanmış kromatidindeki açık boyanmış parçaların sayılmasıyla belirlenir (Kontaş., 2012).

2.3 Kromozom Aberasyon Testi

Mitogenle uyarılmış insan periferik kan lenfositleri ve Çin hamster fibroblast türevi hücreler (CHO ve CHL) dahil hücre hatları kullanılarak yapılan in vitro kromozom aberasyon testleri çeşitli kimyasalların ve diğer materyallerin potansiyel genotoksik etkilerini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Kromozom anomalileri, kromozom sayısındaki ve yapısındaki değişiklikleri (delesyon, inversiyonlar ve değişimler) içermektedir (Preston., 2014). Bu analiz genellikle, bölünmesi uyarılan ve metafazda durdurulan periferik kan lenfositleri üzerinde gerçekleştirilir. Metafaz kromozom yayılımının mikroskobik değerlendirmesi genellikle Giemsa (G)-bant boyama işleminden sonra gerçekleştirilir (Reddig et al, 2018). Karyotip yaparken kromozomlar, boyutlarına, sentromer konumuna ve bant desenlerine göre sınıflandırır. Karyotip analizinde trizomi, monozomi ve triploidi gibi sayısal kromozomal sapmalar ile karyotip çözünürlüğüne bağlı olarak en az 5 ila 10 Mb boyutundaki yapısal sapmalar (dengeli/dengesiz translokasyon, delesyonlar, duplikasyonlar ve inversiyonlar) tespit edilebilir (Belhassana,2021). Testin hassasiyeti artırmak ve kromozomal translokasyonların veya delesyonların tespitine olanak sağlamak için kromozom aberasyon testi, floresan in situ hibridizasyon (FISH) ile birleştirilebilir. Kromozom aberasyon testi yüksek hassasiyete sahip olsa da hücre kültürü ve analizi yapacak deneyimli bir araştırmacı gerektirmesi testin dezavantajı olarak görülebilir (Reddig et al, 2018).

2.4 Mikronükleus testi

Mikronüklus (MN)'lar hücrenin mitoz bölünmesi sırasında oluşan, ana çekirdeğe dahil olmayan, tam kromozom veya asentrik kromozom parçalarından köken alan oluşumlardır (Şekeroğlu et al., 2011). Mikronükleus Testi, hücrelerdeki DNA hasarı ve genotoksisitenin ölçülmesinde yaygın olarak kullanılan bir testtir (Veličkova et al., 2020). MN birikimi, genotoksik stres ve genetik instabilitenin bir biyobelirteci olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Çok sayıda kanıt, MN'yi, çoğu agresif olmak üzere birçok kanser türünün ayırt edici özelliği olan kromotripsis (kromozom parçalanması) ile karmaşık genom yeniden düzenlemelerinin bir kaynağı olarak işaret etmektedir. Özellikle mikrotübül birleşimini etkileyen ilaçlara geçici maruz kalma durumunda iğ ipliği toplanmasında meydana gelen bozulmanın MN oluşumuna neden olduğu bilinmektedir (Krupina et al., 2021).

Farklı MN testleri olmasına rağmen en fazla tercih edilen versiyonu sitokinezin bloke edildiği mikronükleus testidir. Mn yalnızca hücre bölünmesinden sonra görülebildiğinden, aktin filamentlerinin polimerizasyonunu ve kasılabilir mikrofilamentlerin oluşumunu engelleyen sitokalasin B, sitokinezi durdurmak için kullanılır. Ancak, sitokalasin B karyokinezi durdurmaz, bu nedenle sitoplazmalarında Mn bulunan binükleat hücreler (BN) oluşur. Sitokalasin B'nin hücre çoğalması ve Mn indüksiyonu üzerindeki etkisi araştırılmış ve sitokalasin B kullanımının ek Mn indüklemediği sonucuna varılmıştır. Sitokinezin bloke edildiği mikronükleus testi, biyomonitörleme veya biyolojik dozimetri için Mn'nin in vivo oluşumunu incelemek amacıyla yaygın olarak insan periferik kan lenfositleri üzerinde gerçekleştirilir, ancak kemirgenler, balıklar, köpekler, tavşanlar ve maymunlar gibi diğer türlerin lenfositleri veya farklı kökenli hücreler üzerinde de çalışılabilmektedir. Sitokinezin bloke edildiği mikronükleus testi ayrıca kimyasalların genotoksik etkilerini incelemek için in vitro kan örneklerinde de sıklıkla kullanılır (Sommer et al., 2020). Lenfosit kültürlerine sitokalasin B eklenerek, çekirdek bölünmesini tamamlanmış ancak sitoplazma bölünmesini gerçekleşmemiş çift çekirdekli hücrelerde, mikronükleus bulunan hücrelerin oranı tespit

edilmektedir (Şekeroğlu et al., 2011). Sitokinezin bloke edildiği mikronükleus testi ile aynı zamanda binükleat hücrelerde telomer uç füzyonları veya DNA kırıklarının yanlış onarımı ya da tam kromatit ayrımının başarısızlığı nedeniyle oluşan disentrik kromozomlardan kaynaklanan nükleoplazmik köprü oluşumunu ve kromozomal instabilitenin bir diğer göstergesi olan nükleer tomurcukları saptamak mümkündür (Fenech., 2020).

2.5 Comet Testi

Comet Testi, çeşitli ajanların neden olduğu DNA hasarını tespit etmek için kullanılmaktadır. Yönteme tek hücre jel elektroforezi de denmektedir. Nötral Comet testi ve alkali Comet testi olarak 2 tipi vardır. Nötral Comet testi, DNA'daki çift sarmal kırıklarını tespit etmeye yardımcı olurken, alkali Comet testi yalnızca çift sarmal kırıkları değil, aynı zamanda AP bölgesi ve/veya alkaliye duyarlı bir bölge içeren tek sarmal kırıkları ve hasarlı DNA'yı tespit etmeye yardımcı olur. Elektroforez sırasında DNA'nın göç hızı moleküler ağırlığa bağlı olduğundan, hasardan kaynaklanan düşük moleküler ağırlıklı DNA parçaları, uzunluğu hasar seviyesiyle orantılı olan kuyruklu yıldıza benzer bir kuyruk oluşturur. Comet testi sonucunu değerlendirmek için bilgisayar programları ya da görsel skorlama kullanılabilir. Programlar aracılığı ile kuyrukta bulunan DNA'nın yüzdesi (% kuyruk DNA'sı), kuyruk uzunluğu ve diğer faktörler gösterge olarak kullanılır (Luan et al., 2022). Görsel skorlamada, cometler öznel olarak DNA göç uzunluğuna göre 5 kategoriye ayrılır. Kuyruksuz parlak bir başa sahip hücreler 0 (hasarsız) kategorisinde değerlendirilirken, çok küçük başlı ve uzun dağınık kuyruklu hücreler 4 (hasarlı) kategorisine girmektedir. 0-4 kategorileri arasında yer alan hücreler 1; az hasarlı, 2; orta derecede hasarlı ve 3; yüksek derecede hasarlı şeklinde sınıflandırılmaktadır. Comet Testi basit, hızlı, az miktar materyal gerektirmesi ve farklı hücre tiplerine uygulanabilir olması nedeniyle tercih edilmektedir ancak tekniğin uygulama ve analiz aşamasındaki bazı farklılıkların sonuçları etkileyebilmesi yöntemin dezavantajıdır (Dinçer et al., 2010).

3.Sonuç

Günlük hayatta maruz kaldığımız çeşitli fiziksel veya kimyasal genotoksik ajanlar, maruz kalan her birey için potansiyel bir sağlık riski oluşturmaktadır. Bu ajanlara maruz kalmak DNA hasarlarına, genetik mutasyonlara ve protein fonksiyonlarında değişikliklere yol açabilmektedir, dolayısı ile bu ajanların genotoksisite bakımından değerlendirilmesi ve genotoksik risk taşıyanlar için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Genotoksisite testleri, fiziksel, kimyasal ve biyolojik ajanların mutajenitelerinin belirlenmesi, kromozom ve DNA yapısına olan etkilerinin anlaşılması ve karsinojenik potansiyellerinin tahmin edilebilmesi için yapılan testlerdir. Bu nedenle genotoksisite testlerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması, canlıların sağlığı ve yaşam kalitesinin artması açısından önemlidir.

4. Kaynaklar

Bayani J, Squire JA. (2004). Sister Chromatid Exchange. *Current Protocols in Cell Biology* 22.7.1-22.7.4 Chapter 22(1):Unit 22.3 https://doi: 10.1002/0471143030.cb2203s23.

Belhassan K, Granadillo JL. (2021). Current approaches to genetic testing in pediatric disease. Biochemical and Molecular Basis of Pediatric Disease (Fifth Edition), Pages 15-36. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817962-8.00017-2

Choudhuri S, Kaur T, Jain S, Sharma C, Asthana S. (2021). A review on genotoxicity in connection to infertility and cancer. Chem Biol Interact. 25;345:109531. doi: 10.1016/j.cbi.2021.109531.

Çoşkun Beyan, A., & Demiral, Y. (2021). Mesleksel Uçucu Organik Bileşik Maruz Kalımı ve Genototoksisite. Çalışma Ve Toplum, 3(70), 1901-1916. https://doi.org/10.54752/ct.1155139

DİNÇER Y, KANKAYA S. (2010). DNA Hasarının Belirlenmesinde Comet Assay. Turkiye Klinikleri J Med Sci. 2010;30(4):1365-73. doi: 10.5336/medsci.2009-15258

Fenech M. (2020). Cytokinesis-Block Micronucleus Cytome Assay Evolution into a More Comprehensive Method to Measure Chromosomal Instability. Genes (Basel). Oct 15;11(10):1203. doi: 10.3390/genes11101203.

Jain AK, Singh D, Dubey K, Maurya R, Mittal S, Pandey AK. (2018) In Vitro Toxicology , Pages 45-65. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804667-8.00003-1.

Kontaş, S. (2012). Kardeş Kromatid Değişimi Testi Ve Kullanım Alanları. TÜBAV Bilim Dergisi, 4(4), 226-234.

Krupina K, Goginashvili A, Cleveland DW. (2021). Causes and consequences of micronuclei. Curr Opin Cell Biol. Jun;70:91-99. doi: 10.1016/j.ceb.2021.01.004.

Lialiaris, T. S. (2013). Sister chromatid exchange. In Brenner's encyclopedia of genetics (pp. 454-457). Amsterdam, Netherlands: Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374984-0.01371-1

Luan Y, Honma M. (2022). Genotoxicity testing and recent advances.Genome Instability & Disease 3:1–21. https://doi.org/10.1007/s42764-021-00058-7.

Phillips DH, Arlt VM. Genotoxicity: damage to DNA and its consequences. (2009). EXS.;99:87-110. https://doi: 10.1007/978-3-7643-8336-7_4. PMID: 19157059.

R.J. Preston. (2014). Chromosome Aberrations. Encyclopedia of Toxicology (Third Edition), Pages 955-958. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386454-3.00010-5.

SAKS M, Upreti S, SV R, Dang R. (2017). Genotoxicity: Mechanisms, Testing Guidelines and Methods. Glob J Pharmaceu Sci. 1(5) : 555575. https://doi: 10.19080/GJPPS.2017.02.555575

Seukep AJ, Noumedem JAK., Djeussi DE, Kuete V. (2014). Genotoxicity and Teratogenicity of African Medicinal Plants. Toxicological Survey of African Medicinal Plants. Pg: 235-275 https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800018-2.00009-1

Sommer S, Buraczewska I, Kruszewski M. (2020). Micronucleus Assay: The State of Art, and Future Directions. Int J Mol Sci. 24;21(4):1534. doi: 10.3390/ijms21041534.

Srivastava R, Mishra N, Singh UM, Srivastava R. (2016). Genotoxicity: mechanisms and its impact on human diseases. Octa J. Biosci. Vol. 4(2):67-70.

Şekeroğlu, V., Şekeroğlu, Z. A. (2011). Genotoksik hasarın belirlenmesinde mikronükleus testi. Türk Hijyen Ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 68(4), 241-252.

Tejs S. (2008). The Ames test: a methodological short review. ENVIRONMENTAL BIOTECHNOLOGY 4 (1), 7-14 .

Tuenter E, Creylman J, Verheyen G, Pieters L, Van Miert S. (2020). Development of a classification model for the antigenotoxic activity of flavonoids. Bioorg Chem;98:103705. https://doi: 10.1016/j.bioorg.2020.103705.

Veličkova N, Milev M. (2020). Genotoxicity test methods - a tool for DNA and chromosome damage biomonitoring. Srpski arhiv za celokupno lekarstvo 148(00):60-60. https://doi.org/10.2298/SARH200114060V

COMPARATIVE ANALYSIS OF DEEP LEARNING MODELS FOR WHEAT VARIETIES CLASSIFICATION

BUĞDAY ÇEŞİTLERİNİN SINIFLANDIRILMASINDA DERİN ÖĞRENME MODELLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Firuze Elif TOKDEMİR[1], Kadir SABANCI[2]

[1]Yüksek lisans öğrencisi, https://orcid.org/0009-0006-2539-25750009-0006-2539-2575

[2]Doçent, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, https://orcid.org/0000-0003-0238-9606

Özet

Buğday, dünya üzerinde en yaygın ekilen ve en fazla tüketilen tahıllardan biridir ancak hızla artan dünya nüfusu, iklim değişiklikleri ve tarım alanlarının kaybı gibi faktörler, buğday üretiminde verimlilik sorunlarına yol açmaktadır. Bu bağlamda, buğday verimliliğini artırmak hem tarım sektörü hem de gıda güvenliği açısından kritik bir öneme sahiptir. Geleneksel yöntemlerin yanı sıra, son yıllarda gelişen teknolojiler, özellikle derin öğrenme modelleri buğday üretimini daha verimli hale getirme potansiyeline sahiptir. Derin öğrenme, büyük veri kümelerinden öğrenme kapasitesi ile buğday gibi tarımsal ürünlerin sınıflandırılmasında güçlü bir araç olarak kullanılmaktadır. Bu teknolojiler, buğday türlerinin doğru şekilde sınıflandırılmasına imkan tanırken, doğru çeşitlerin ekilmesini ve böylece verimliliğin artırılmasını sağlar. Bu çalışmada, Ayten Abla, Bayraktar 2000, Hamitbey, Şanlı ve Tosunbey olmak üzere beş farklı ekmeklik buğday çeşidi farklı derin öğrenme modeliyle sınıflandırmıştır. Görüntülerin %80'i eğitim için %10'u doğrulama ve %10'u ise test işlemleri için kullanılmıştır. Derin öğrenme modelleri ile elde edilen sınıflandırma doğruluk değerleri elde dilerek her bir modelin performansı karşılaştırılmıştır. Yapılan sınıflandırmalar sonucunda, en yüksek sınıflandırma doğruluğu %98,56 ile ResNet101 modelinde elde edilmiştir. ResNet152 ve VGG16 modeli ile elde edilen sınıflandırma doğrulukları sırasıyla %98,20 ve %97,60 olarak elde edilmiştir. Tüm modellerin doğruluk değerleri göz önüne alındığında ResNet101 modelinin üstün performansı, bu alanda en başarılı model olarak öne çıkmaktadır. Elde edilen sonuçlar, derin öğrenme tabanlı sistemlerin tarım sektöründe verimlilik artırma ve gıda güvenliği sağlama açısından sağladığı katkıları vurgulamaktadır ayrıca bu çalışma, tarımda dijitalleşme ve yapay zeka uygulamalarının daha geniş çapta benimsenmesini teşvik etmekte ve bu tür teknolojilerin tarımsal üretimdeki rolünü pekiştirmektedir. Bu bulgular, gelecekteki tarımsal uygulamalarda derin öğrenme ve benzeri yapay zeka teknolojilerinin daha etkin bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Buğday, ResNet, DenseNet, VGG16, Sınıflandırma

Abstract

Wheat is one of the most widely cultivated and consumed cereals in the world. However, factors such as the rapidly increasing global population, climate change, and the loss of agricultural land are leading to productivity issues in wheat production. In this context, increasing wheat productivity is of critical importance for both the agricultural sector and food security. In addition to traditional methods, emerging technologies, especially deep learning models, have the potential to make wheat production more efficient. Deep learning, with its ability to learn

from large datasets, is used as a powerful tool for classifying agricultural products such as wheat. These technologies enable the correct classification of wheat varieties, allowing for the planting of the right types and thus increasing productivity. In this study, five different bread wheat varieties Ayten Abla, Bayraktar 2000, Hamitbey, Şanlı, and Tosunbey were classified using different deep learning models. 80% of the images were used for training, 10% for validation, and 10% for testing. The classification accuracy values obtained using deep learning models were collected and the performance of each model was compared. As a result of the classifications, the highest classification accuracy of 98,56% was achieved with the ResNet101 model. The classification accuracies obtained with the ResNet152 and VGG16 models were 98,20% and 97,60%, respectively. Considering the accuracy values of all models, the superior performance of the ResNet101 model stands out as the most successful model in this field. The results obtained highlight the contributions of deep learning-based systems in improving efficiency and ensuring food security in the agricultural sector. Additionally, this study encourages the wider adoption of digitalization and artificial intelligence applications in agriculture and reinforces the role of such technologies in agricultural production. These findings demonstrate that deep learning and similar AI technologies can be more effectively utilized in future agricultural applications.

Keywords: Wheat, ResNet, DenseNet, VGG16, Classification

1.GİRİŞ

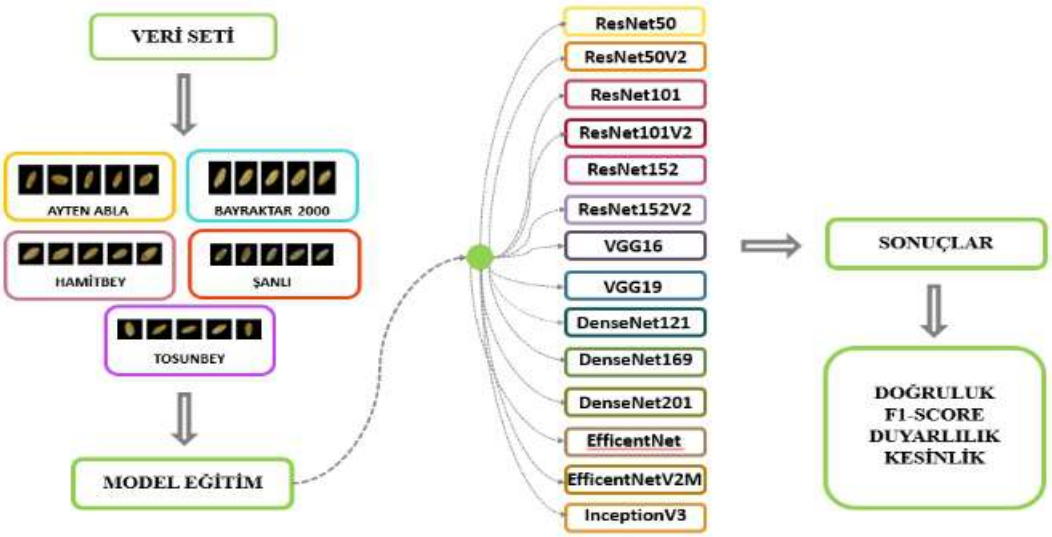
21.yüzyılda, tarım sektörü diğer yüzyıllara kıyasla daha farklı ve önemli zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır. Bu zorlukların başında, hızla artan dünya nüfusunu daha küçük ve kırsal bir iş gücüyle beslemek için yeterli miktarda lif ve gıda üretimi sağlama gerekliliği bulunmaktadır ayrıca biyoenerji alanındaki potansiyel büyümeye paralel olarak, hammadde ihtiyacı da artmaktadır. Gıda talebinin hızla arttığı bu dönemde, FAO'nun tahminlerine göre dünya nüfusunun 2050 yılına kadar 9,6 milyara ulaşacağı öngörülmektedir [1]. Bu durum, toplumların ve bireylerin çevreye, suya ve toprağa zarar vermeden, yeni iklim koşullarına uyum sağlayarak gıda güvenliğini sağlamak için yeterli üretim kapasitesine sahip olmaları gerektiğini ortaya koymaktadır [2]. Buğday, mısır ve pirinç gibi ürünler, gıda üretiminin ana bileşenlerindendir [3]. Bu üç ana gıda maddesinden buğday ise, dünyanın birçok bölgesi için insan beslenmesinde kalori ve protein açısından en önemli üründür [4]. FAO 2025 yılı için dünya çapında buğday üretimini 795 milyon ton olarak tahmin etti [5]. Küresel çapta 795 milyon ton olarak üretilen buğday üretimin yaklaşık %95'i ise yetiştirilen ana buğday türü olan ekmeklik buğdaya karşılık gelir [6]. Dünya üzerinde ve Türkiye'de çeşitli ekmeklik buğday türleri vardır. Türkiye Cumhuriyeti'nin kuruluşundan kısa bir süre sonra 1925 yılında buğday ıslahı süreci başlamıştır. İlk buğday çeşidi 1928'de yayımlanmış ve o günden itibaren toplamda 617 buğday çeşidi piyasaya sürülmüştür. Bu çeşitlerden 484'ü Ulusal Çeşit Listesi (NVL)'nde yer almaktadır. Piyasaya sürülen 617 çeşit arasında her biri tescilli olmasa da 485'i ekmeklik buğday çeşididir [7]. Bu kadar fazla buğday çeşidi arasında verim ve kalite garantisi olarak ise buğday tanesi çeşitlerinin sınıflandırılması büyük bir öneme sahiptir [8]. Buğday çeşitlerinin sınıflandırılması, uzmanlar tarafından manuel olarak yapılabilir ancak bazı durumlarda, bilhassa benzer özelliklere sahip buğday türleri arasında yapılan manuel sınıflandırmalarda uzmanların hata yapma olasılığı artabilir. Yorgunluk, dikkatin dağılması gibi insan kaynaklı faktörler uzmanların otomatik sistemlere kıyasla daha fazla hata yapmasına neden olabilir ancak sınıflandırmanın otomatik sistemler aracılığıyla da gerçekleştirilmesi mümkündür. Bu sistemler, desen tanıma, görüntü işleme, bilgisayarlı görme, makine öğrenmesi ve derin öğrenme gibi teknolojiler kullanarak çeşitleri sınıflandırabilir [9,10]. Tarımda kullanılan son teknolojilerde derin öğrenme ile hastalıkların kontrolü [11,12,13], yabani otların tespiti [14,15],

mahsul takibi [16,17], hasat zamanı tespiti [18], otomatik hasat robot sistemleri [19,20,21], toprak sağlığı izleme [22], sera sistemleri [23,24] ve tarım ürünlerinin verime veya kaliteye dayalı sınıflandırılması [25,26,27] çalışmaları yapılmıştır.

Bu çalışmada, buğday çeşitlerinin doğru ve etkili bir şekilde sınıflandırılabilmesi için derin öğrenme tabanlı modeller kullanılmıştır. Çalışmada 14 farklı derin öğrenme modelinin performansları karşılaştırılmış ve en yüksek doğruluk oranına ResNet101 modeli ulaşmıştır. Sonuç olarak, bu çalışmada buğday çeşitlerinin sınıflandırılmasında derin öğrenme tekniklerinin başarıları değerlendirilmiş ve bu yöntemlerin tarımsal üretime katkıları incelenmiştir.

2.YÖNTEM

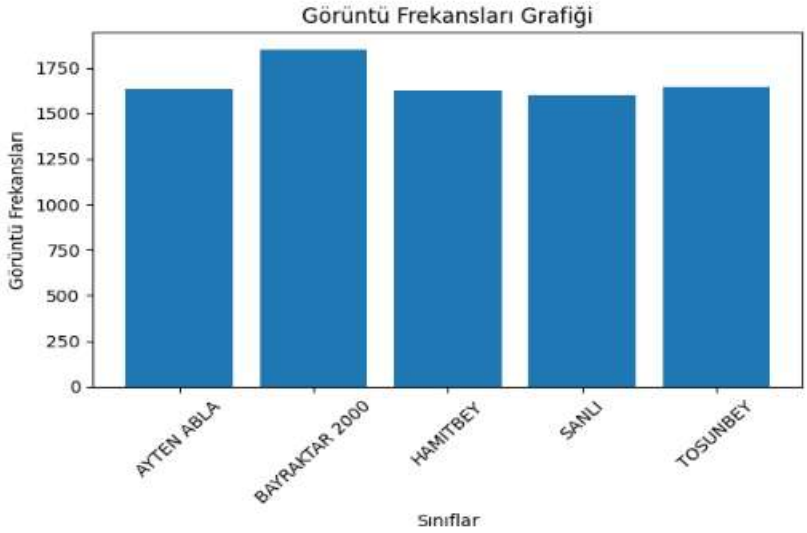
Bu çalışmada, buğday çeşitlerinin doğru sınıflandırılması için derin öğrenme tekniklerinden yararlanılmıştır. Görüntüler, beş farklı buğday çeşidinin sınıflandırılmasında kullanılmak üzere 14 farklı derin öğrenme modeliyle işlenmiştir. Eğitim süreci, Google Colab platformu üzerinde TensorFlow ve Keras kütüphaneleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya ait blok diyagramı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Çalışmaya ait blok diyagramı.

2.1 Veri Seti

Bu çalışmada kullanılan veri seti, toplamda 8354 buğday görüntüsünden oluşmakta olup Ayten Abla, Bayraktar 2000, Hamitbey, Şanlı ve Tosunbey olmak üzere beş farklı ekmeklik buğday çeşidini içermektedir [10]. Veri setindeki her bir sınıf farklı sayılarda görüntüler içermektedir. Bu veri setinde her bir sınıf için belirli sayıda görüntü bulunmaktadır. Her sınıfın içerdiği görüntü sayısı ise sırasıyla Ayten Abla 1632, Bayraktar 2000 1850, Hamitbey 1624, Şanlı 1600 ve Tosunbey 1648 olarak belirlenmiştir. Görüntü frekans grafiği Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Buğday taneleri görüntü frekans grafiği.

Veri setinden elde edilen örnek görüntüler, Şekil 3'te gösterilmiştir. Veri seti, eğitim, doğrulama ve test için üç ana bölüme ayrılmıştır. Görüntülerin %80'ni eğitim seti olarak ayrılmıştır ve bu modelin ana eğitim süreci için kullanılmıştır. Veri setinin %10'u doğrulama seti olarak ayrılmış ve modelin eğitimi sırasında modelin genel performansını değerlendirmek için doğrulama amacıyla kullanılmıştır. Geride kalan %10'luk kısım ise test seti olarak ayrılmış ve modelin nihai performansını değerlendirmek için kullanılmıştır.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Şekil 3. Veri kümesinden örnek görüntüler.

(a) Ayten abla (b) Bayraktar 200 (c) Hamitbey (d) Şanlı (e) Tosunbey.

2.2 Model Eğitimi

Bu çalışmada, derin öğrenme modelinin eğitim sürecinde kullanılan hiperparametreler, modelin doğruluğunu ve genelleme yeteneğini optimize etmek amacıyla dikkatle seçilmiştir. Eğitim setinin %80'i kullanılarak model eğitilmiş ve geri kalan %10'luk veri doğrulama ve %10'luk veri ise test için ayrılmıştır. Eğitim verisinin büyük kısmının eğitim setine ayrılması, modelin daha geniş bir veri kümesi üzerinde öğrenmesini sağlamış ve genelleme yeteneğini artırmıştır.

Eğitim sürecinde seçilen başlıca hiperparametreler arasında öğrenme oranı (learning rate), epoch sayısı ve batch size gibi parametreler yer almıştır. Öğrenme oranı, modelin ağırlıklarını ne hızla güncelleyeceğini belirleyen kritik bir parametredir. Bu çalışmada, öğrenme oranı 0,0001 olarak belirlenmiştir. Değerin 0,0001 olarak seçilmesi modelin dikkatli bir şekilde öğrenmesini sağlamış ve eğitim sürecinde aşırı büyük güncellemelerin önüne geçmiştir. Düşük öğrenme oranı, daha stabil ve uzun vadede daha doğru sonuçlar elde edilmesini sağlamak amacıyla tercih edilmiştir. Epoch sayısı olarak ise eğitim sürecinde 100 epoch seçilmiş, bu sayede modelin her iterasyonda daha fazla örnek öğrenmesi sağlanmıştır. 100 epoch'luk eğitim süresi modelin yeterince öğrenmesini sağlamak için uygun bir denge sunmuş, aynı zamanda erken durdurma (early stopping) ile aşırı öğrenme engellenmiştir. Modelin eğitimi sırasında kullanılan batch size değeri 32 olarak belirlenmiştir. Bu değer, eğitim sürecinin verimli ve hızlı olmasına yardımcı olmuştur. Dropout oranı, modelin aşırı öğrenmesini (overfitting) engellemek için kullanılmıştır. Bu çalışmada, dropout oranı %60 ve %50 olarak ayarlanmıştır. Eğitim sürecinde kullanılan Adam optimizasyon algoritması, modelin ağırlıklarını güncellerken öğrenme oranını her parametre için ayrı ayrı ayarlayarak daha hızlı ve stabil bir eğitim süreci sunmuştur. Adam algoritması, özellikle karmaşık veri setlerinde hızlı öğrenme ve düşük hata ile sonuç almayı sağladığı için tercih edilmiştir. Modelin doğrulama kaybı artmaya başladığında eğitim sürecinin erken sonlandırılabilmesi için early stopping tekniği kullanılmıştır.

Sonuç olarak, bu hiperparametre ayarları ve kullanılan teknikler modelin eğitim sürecini optimize etmiş ve yüksek doğruluk ile genelleme yeteneği sağlayarak, sınıflandırma görevinde başarılı sonuçlar elde edilmesine olanak tanımıştır.

Tablo 1. Eğitim sürecine ait hiperparametreler.

Hiperparametre	**Değer**
Öğrenme Oranı	0,0001
Epoch Sayısı	100
Batch Size	32
Dropout Oranı	0,5,0,6
Early Stopping	Evet
Optimizer	Adam

3.BULGULAR

Bu çalışmada, buğday çeşitlerinin doğru bir şekilde sınıflandırılabilmesi amacıyla 14 farklı derin öğrenme modeli kullanılmıştır. Bu modeller her biri farklı derinlik ve yapıdaki ağlar olup, her birinin doğruluk oranları F1 skoru, kesinlik ve duyarlılık gibi metrikler üzerinden karşılaştırmaları yapılmıştır. Kullanılan modeller arasında ResNet, DenseNet, VGG, EfficientNet ve InceptionV3 gibi popüler derin öğrenme yapıları yer almıştır. Her model farklı

özellikler ve parametre ayarlarıyla eğitilmiş ve test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar hangi modelin buğday çeşitlerini en başarılı şekilde sınıflandırabildiğini belirlemek amacıyla karşılaştırılmıştır. Bu çerçevede model performanslarının detaylı bir analizi yapılmış ve sonuçlar, doğruluk oranları F1 skorları, kesinlik ve duyarlılık metrikleri ile desteklenmiştir. Tablo 2'de farklı derin öğrenme modellerinin buğday çeşitlerinin sınıflandırılmasındaki performansları karşılaştırılmıştır.

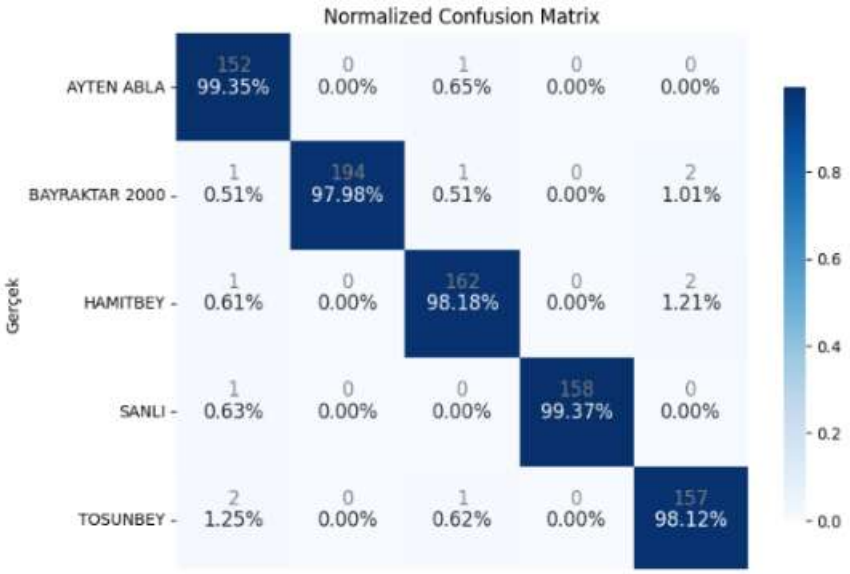
Tablo 2. 14 farklı derin öğrenme modeline ait sonuçlar.

Model	Doğruluk	F1-Score	Kesinlik	Duyarlılık
ResNet50	0,9689	0,9689	0,9690	0,9689
ResNet50V2	0,9353	0,9351	0,9351	0,9353
ResNet101	0,9856	0,9857	0,9858	0,9856
ResNet101V2	0,9497	0,9500	0,9508	0,9497
ResNet152	0,9820	0,9821	0,9822	0,9820
ResNet152V2	0,9581	0,9581	0,9584	0,9581
VGG16	0,9760	0,9761	0,9760	0,9760
VGG19	0,9737	0,9736	0,9737	0,9737
DenseNet121	0,9605	0,9604	0,9605	0,9605
DenseNet169	0,9665	0,9664	0,9666	0,9665
DenseNet201	0,9737	0,9736	0,9737	0,9737
EfficentNet	0,9617	0,9615	0,9616	0,9617
EfficentNetV2M	0,9126	0,9125	0,9129	0,9126
InceptionV3	0,7581	0,7569	0,7586	0,7581

Elde edilen sonuçlara göre ResNet101 modeli, %98,56 doğruluk oranı ile en yüksek başarıyı elde etmiş ve diğer modellere göre en başarılı sonuçları sunmuştur. Bu modelin F1 skoru %98,57, kesinlik oranı %98,58, duyarlılık oranı ise %98,56 ile oldukça yüksek seviyelere ulaşmıştır. ResNet50, ResNet50V2 ve ResNet101V2 modelleri sırasıyla %96,89, %93,53 ve %94,97 doğruluk oranlarıyla başarılı sonuçlar elde etmiş ancak bu modellerin F1 skoru, kesinlik ve duyarlılık değerleri ResNet101 modeline kıyasla daha düşük seviyelerde kalmıştır ancak bu üç model de yüksek doğruluk oranlarına sahip olup yine de etkili sonuçlar vermiştir. VGG16 ve VGG19 modelleri sırasıyla %97,60 ve %97,37 doğruluk oranlarına ulaşmış ancak F1 skoru, kesinlik ve duyarlılık açısından ResNet101 ile kıyaslandığında daha düşük performans göstermiştir. DenseNet modelleri, özellikle DenseNet201 modeli ile %97,37 doğruluk oranı elde etmiş ancak F1 skoru, kesinlik ve duyarlılık açısından ResNet101 modeline göre geride kalmıştır diğer DenseNet modelleri olan DenseNet121, DenseNet169 sırasıyla

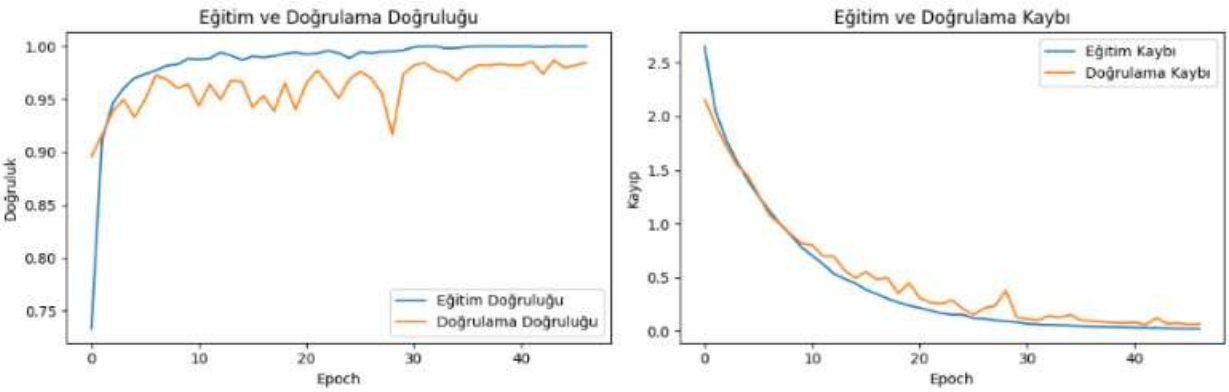
%96,05 ve %96,65 doğruluk oranlarıyla iyi sonuçlar elde etmiştir ancak yine de ResNet101'in gerisinde kalmışlardır. EfficientNet ve EfficientNetV2M modelleri sırasıyla %96,17 ve %91,26 doğruluk oranları ile başarılı sonuçlar elde etmiştir ancak bu modellerin F1 skoru, kesinlik ve duyarlılık değerleri ResNet101 modeline kıyasla daha düşük seviyelerde kalmıştır. Son olarak, InceptionV3 modeli %75,81 doğruluk oranı ile diğer modellere göre daha düşük performans sergilemiştir. Bu modelin F1 skoru %75,69 olup duyarlılık ve kesinlik oranlarıyla da bu değere oldukça yakın sonuçlar elde edilmiştir. Sonucun bu şekilde olması modelin sınıflandırma görevinde diğer modellere göre geride kaldığını göstermiştir. Yapılan testler sonucunda, ResNet101 modelinin buğday çeşitlerini sınıflandırmada en başarılı model olduğu görülmüştür. Bu model, diğer modellerle kıyaslandığında yüksek doğruluk, F1 skoru, kesinlik ve duyarlılık değerlerine sahip olmuştur. DenseNet ve VGG serileri de yüksek doğruluk oranlarıyla dikkat çekerken InceptionV3 modeli diğer modellere göre daha düşük performans sergilemiştir.

ResNet101 modelinin elde ettiği karmaşıklık matrisi, modelin buğday çeşitlerini sınıflandırmada oldukça yüksek başarıya sahip olduğunu ortaya koymuştur. Şekil 4'de Resnet101 modeline ait karmaşıklık matrisi verilmiştir.



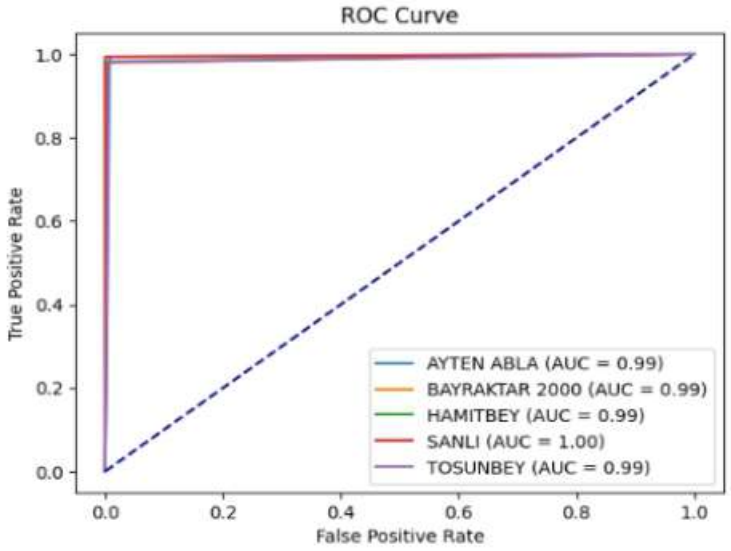
Şekil 4. ResNet101 modelinin karmaşıklık matrisi.

ResNet101 modelinin eğitim doğrulama doğruluğu ve eğitim doğrulama kaybı grafiklerinden de modelin yüksek başarı elde ettiği görülmüştür. ResNet101 modeline ait grafikler Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. ResNet101 eğitim ve doğrulama doğruluğu ile eğitim ve doğrulama kaybı grafikleri.

Modelin performansını daha ayrıntılı değerlendirmek için ROC (Receiver Operating Characteristic) eğrisi incelenmiştir. Şekil 6'da ki Resnet101 modeline ait ROC eğrisi, modelin sınıflandırma başarısını görsel olarak ortaya koymuş ve doğru pozitif oranı ile yanlış pozitif oranı arasındaki ilişkiyi göstermiştir.



Şekil 6. ResNet101 modeline ait ROC eğrisi.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, çeşitli derin öğrenme modellerinin buğday çeşitlerinin doğru şekilde sınıflandırılmasındaki etkinliğini açıkça ortaya koymuştur. Toplamda 14 farklı model test edilmiştir. Test edilen modeller arasında ResNet50, ResNet50V2, ResNet101, ResNet101V2, ResNet152, ResNet152V2, VGG16, VGG19, DenseNet121, DenseNet169, DenseNet201, EfficientNet, EfficientNetV2M ve InceptionV3 yer almıştır. Modellerin her biri farklı derinlikler ve mimarilerle sınıflandırma görevini yerine getirmiş ve farklı doğruluk oranlarına ulaşılmıştır.

Elde edilen sonuçlar, model mimarilerinin çeşitliliği ile sınıflandırma doğruluğu arasında belirgin bir ilişki olduğunu göstermiştir. Modeller arasından ResNet101, diğer modellere kıyasla en yüksek doğruluk oranına ulaşmış ve %98,56 doğruluk oranı ile en iyi performansı sergilemiştir. Bu sonuç ResNet101'in derin ağ yapısı ve transfer öğrenme stratejisinin, sınıflandırma görevinde ne denli etkili olduğunu ortaya koymuştur. Modelin eğitim sürecinde kullanılan 100 epoch ve doğru hiperparametre ayarlarının başarıyı doğrudan etkilediği görülmüştür. Tablo 2'de sunulan veriler, farklı derin öğrenme modelleriyle elde edilen doğruluk, F1-skoru, keskinlik ve duyarlılık oranlarının model başarısı üzerindeki etkisini net bir şekilde göstermektedir. Bu bulgular, modelin doğruluğunu artırmak için kullanılan stratejilerin önemini vurgulamıştır. Özellikle hiperparametrelerin doğru seçilmesi, erken durdurma (early stopping) ve öğrenme oranı düzenleme gibi tekniklerin, modelin başarısına büyük katkı sağladığı gözlemlenmiştir.

Gelecekteki çalışmalar için daha geniş ve çeşitlendirilmiş veri setlerinin kullanılması, model doğruluğunu artırma adına önemli bir adım olacaktır. Modelin hiperparametrelerinin daha geniş bir aralıkta optimize edilmesi ve farklı optimizasyon tekniklerinin test edilmesi, modelin performansını daha da artırabilir ayrıca bu modelin tarım sektörüne entegrasyonu ve daha fazla

sektöre uygulanabilirliği, bu tür derin öğrenme tabanlı sistemlerin daha yaygın ve güvenilir bir şekilde kullanılmasını sağlayacaktır.

Sonuç olarak, bu çalışma derin öğrenme yöntemlerinin buğday çeşitlerinin doğru sınıflandırılmasında ne kadar etkili olduğunu göstermiş ve bu yöntemlerin tarımsal üretimde kalite kontrol ve verimlilik artırma amacıyla, kullanılması açısından büyük bir potansiyele sahip olduğunu bilimsel sonuçlarla ispat etmiştir.

5. KAYNAKLAR

[1] Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2014). *The future of food and agriculture: Trends and challenges*. https://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/HLEF2050_Global_Agriculture.pdf

[2] Khorram, B., Mirzaee, I., & Jafarmadar, S. Iranian (Iranica) Journal of Energy & Environment.

[3] Khan, H., Haq, I. U., Munsif, M., Mustaqeem, Khan, S. U., & Lee, M. Y. (2022). Automated wheat diseases classification framework using advanced machine learning technique. *Agriculture*, *12*(8), 1226.

[4] Chaiwong, N., & Ostlie, M. (2023). Yield and Grain Quality Response of Spring Wheat Varieties to Irrigation and Fertility Management. *Agricultural Sciences*, *14*(7), 939-953.

[5] Food and Agriculture Organization of the United Nations. (n.d.). *World food situation: Country data*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en

[6] Guijarro-Real, C., Martín-Lammerding, D., Giraldo, P., Benavente, E., & Ruiz, M. (2025). Environmental clues for yield performance and stability of Spanish bread wheat landraces. *Field Crops Research*, *322*, 109729.

[7] Keser, M. (2022). Variety Development of Wheat in Turkey and the Impact of Regulations. *Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics*, *8*(1), 1-16.

[8] Bao, Y., Mi, C., Wu, N., Liu, F., & He, Y. (2019). Rapid classification of wheat grain varieties using hyperspectral imaging and chemometrics. *Applied Sciences*, *9*(19), 4119.

[9] Olgun, M., Onarcan, A. O., Özkan, K., Işik, Ş., Sezer, O., Özgişi, K., ... & Koyuncu, O. (2016). Wheat grain classification by using dense SIFT features with SVM classifier. *Computers and Electronics in Agriculture*, *122*, 185-190.

[10] Yasar, A., Golcuk, A., & Sari, O. F. (2024). Classification of bread wheat varieties with a combination of deep learning approach. *European Food Research and Technology*, *250*(1), 181-189

[11] Joshi, K., Hooda, S., Sharma, A., Sonah, H., Deshmukh, R., Tuteja, N., ... & Gill, R. (2025). Precision diagnosis of tomato diseases for sustainable agriculture through deep learning approach with hybrid data augmentation. *Current Plant Biology*, *41*, 100437.

[12] Upadhyay, A., Chandel, N. S., Singh, K. P., Chakraborty, S. K., Nandede, B. M., Kumar, M., ... & Elbeltagi, A. (2025). Deep learning and computer vision in plant disease detection: a comprehensive review of techniques, models, and trends in precision agriculture. *Artificial Intelligence Review*, *58*(3), 1-64.

[13] Baiju, B. V., Kirupanithi, N., Srinivasan, S., Kapoor, A., Mathivanan, S. K., & Shah, M. A. (2025). Robust CRW crops leaf disease detection and classification in agriculture using hybrid deep learning models. *Plant Methods*, *21*, 18.

[14] Oppong, J. N., Akumu, C. E., Dennis, S., & Anyanwu, S. (2025). Examining Deep Learning Pixel-Based Classification Algorithms for Mapping Weed Canopy Cover in Wheat Production Using Drone Data. *Geomatics*, *5*(1), 4.

[15] Punithavathi, R., Rani, A. D. C., Sughashini, K. R., Kurangi, C., Nirmala, M., Ahmed, H. F. T., & Balamurugan, S. P. (2023). Computer Vision and Deep Learning-enabled Weed Detection Model for Precision Agriculture. *Comput. Syst. Sci. Eng.*, *44*(3), 2759-2774.

[16] Sankaran, K. S. (2025). Design and development of sensor based crop monitoring system using deep learning approach for smart agriculture. *Multimedia Tools and Applications*, 1-22.

[17] Kum, S., Moon, J., Oh, S., Suh, H. K., Park, H., Sim, H. S., ... & Pérez, F. A. (2025). Novel method for crop growth tracking with deep learning model on an Edge Rail Camera. *Computers and Electronics in Agriculture*, *230*, 109816.

[18] Lin, Z., Liu, W., Wang, S., Pan, J., Fu, R., Chen, T., & Lin, T. (2025). Strawberry harvest date prediction using multi-feature fusion deep learning in plant factory. *Computers and Electronics in Agriculture*, *234*, 110174.

[19] Onishi, Y., Yoshida, T., Kurita, H., Fukao, T., Arihara, H., & Iwai, A. (2019). *An automated fruit harvesting robot by using deep learning. ROBOMECH Journal 6, 13.*

[20] Miao, Z., Yu, X., Li, N., Zhang, Z., He, C., Li, Z., ... & Sun, T. (2023). Efficient tomato harvesting robot based on image processing and deep learning. *Precision Agriculture*, *24*(1), 254-287.

[21] Sun, T., Zuo, H., Zhou, Z., Wang, Y., & Miao, Z. (2025, February). Enhancing safety during harvesting with a deep learning-based action determination method for picking robots. In *International Conference on Optical and Photonic Engineering (icOPEN 2024)* (Vol. 13509, pp. 248-253). SPIE.

[22] Zhang, M., Fan, X., Gao, P., Guo, L., Huang, X., Gao, X., ... & Tan, F. (2025). Monitoring Soil Salinity in Arid Areas of Northern Xinjiang Using Multi-Source Satellite Data: A Trusted Deep Learning Framework. *Land*, *14*(1), 110.

[23] Chen, Y., Bao, A., Li, Y., Xiang, Y., Cai, W., Xia, Z., ... & Wei, X. (2025). A Novel Multi-Source Data-Driven Energy Consumption Prediction Model for Venlo-Type Greenhouses in China. *Smart Agricultural Technology*, 100825.

[24] Tomco, V., Grabocka, E., & Harizaj, M. (2025). Leveraging Deep Learning in Remote Sensing: A Novel Approach for Agricultural Greenhouse Detection and Innovation Management. *International Journal of Engineering and Geosciences*, *10*(2), 221-230.

[25] Yasar, A. (2024). Analysis of selected deep features with CNN-SVM-based for bread wheat seed classification. *European Food Research and Technology*, *250*(6), 1551-1561.

[26] Huang, Y., Li, Z., Bian, Z., Jin, H., Zheng, G., Hu, D., ... & Fang, H. (2025). Overview of Deep Learning and Nondestructive Detection Technology for Quality Assessment of Tomatoes. *Foods*, *14*(2), 286.

[27] Azadpour, A., Mollazade, K., Ramezani, M., & Samimi-Akhijahani, H. (2025). Automated grading of oleaster fruit using deep learning. *Scientific Reports*, *15*(1), 5206

ABSTRACT KOROVKIN $\mathcal{A}$-SUMMATION TYPE APROXIMATION THEORY VIA STATISTICAL POWER SERIES CONVERGENCE FOR DOUBLE SEQUENCES IN MODULAR SPACES

MODÜLER UZAYLARDA ÇİFT İNDİSLİ DİZİLER İÇİN KUVVET SERİSİ İSTATİSTİKSEL YAKINSAKLIK YOLUYLA SOYUT KOROVKIN A-TOPLAM TİPİ YAKLAŞIM TEORİSİ

Sevda YILDIZ[1], Kamil DEMİRCİ[2], Fadime DİRİK[3*]

[1] Assoc. Dr., Sinop University, Mathematics, 0000-0002-4730-2271

[2] Prof. Dr., Sinop University, Mathematics, 0000-0002-5976-9768

[3] Prof. Dr., Sinop University, Mathematics, 0000-0002-9316-9037

Abstract

In this study, we develop a generalized and abstract formulation of Korovkin-type approximation theorems within the framework of modular spaces. Our approach utilizes the concept of statistical convergence, defined via power series methods, with a particular focus on double sequences of positive linear operators through the objective of $\mathcal{A}$-summation process.

The methodology is centred around the $\mathcal{A}$-summation process, which facilitates the construction of a broader and more adaptable class of approximation results compared to classical Korovkin theorems. It is important to emphasize that statistical convergence and power series statistical convergence are essentially different concepts and therefore not directly comparable. Nevertheless, the results obtained demonstrate that the power series statistical convergence can be effectively employed to derive meaningful approximation theorems even in cases where classical statistical convergence methods may fail. To verify the theoretical results, a concrete example is provided that satisfies the conditions of the newly established approximation theorem, but not those of the classical Korovkin theorem. This example is of particular significance as it highlights the broader applicability and improved performance of the proposed approach. Furthermore, we explore additional generalizations by relaxing traditional assumptions, thereby extending the Korovkin approximation framework even further. The present work contributes to approximation theory by introducing a more fiexible perspective, using advanced summability methods to overcome limitations in classical techniques. The results obtained serve to highlight the potential for further research to be conducted in modular spaces and non-standard convergence methods.

Key words: Abstract Korovkin theorem, statistical convergence, power series method, double sequence

Özet

Bu çalışmada, modüler uzaylar üzerinde Korovkin tipi yaklaşım teoremlerinin genelleştirilmiş ve soyut bir formülasyonunu geliştiriyoruz. Yaklaşımımız, kuvvet serisi yöntemleri ile

$\mathcal{A}$ tanımlanan istatistiksel yakınsama kavramını, $\mathcal{A}$-toplama süreci ile pozitif lineer operatörlerin özellikle çift indisli dizilerine odaklanarak kullanmaktadır. Metodoloji, klasik Korovkin teoremlerine kıyasla daha geniş ve daha uyarlanabilir yaklaşım sonuçları sınıfının oluşturulmasını kolaylaştıran $\mathcal{A}$-toplama süreci etrafında merkezlenmiştir. İstatistiksel yakınsama ve kuvvet serisi istatistiksel yakınsamasının esasen farklı kavramlar olduğunu ve bu nedenle doğrudan karşılaştırılabilir olmadığını vurgulamak önemlidir. Bununla birlikte, elde edilen sonuçlar, kuvvet serisi istatistiksel yakınsamanın, klasik istatistiksel yakınsama yöntemlerinin başarısız olabileceği durumlarda bile anlamlı yaklaşım teoremleri türetmek için etkili bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir. Teorik sonuçları doğrulamak için, yeni oluşturulan yaklaşım teoreminin koşullarını karşılayan ancak klasik Korovkin teoreminin koşullarını karşılamayan somut bir örnek verilmiştir. Bu örnek, önerilen yaklaşımın daha geniş uygulanabilirliğini ve geliştirilmiş performansını vurgulaması açısından özel bir öneme sahiptir. Ayrıca, geleneksel varsayımları gevşeterek ek genellemeler keşfediyor ve böylece Korovkin yaklaşım çerçevesini daha da genişletiyoruz. Bu çalışma, klasik tekniklerdeki kısıtlamaların üstesinden gelmek için gelişmiş toplanabilme yöntemlerini kullanarak daha esnek bir bakış açısı getirerek yaklaşım teorisine katkıda bulunmaktadır. Elde edilen sonuçlar, modüler uzaylarda ve standart olmayan yakınsama yöntemlerinde yapılacak daha ileri araştırmalar için potansiyeli vurgulamaya hizmet etmektedir.

Keywords: Soyut Korovkin teoremi, istatistiksel yakınsama, kuvvet serisi yöntemi, çift indisli dizi

1. INTRODUCTION

The classical form of Korovkin's approximation theorem is fundamentally based on the convergence behavior of positive linear operators with respect to a set of test functions defined over the entire domain, typically the real line [18]. In later developments, this result was generalized through the use of summability methods, which are particularly effective in accelerating or regularizing the convergence of sequences that may not converge in the ordinary sense. Among these, power series methods—most notably the Abel and Borel methods—have played a central role. A significant milestone in this context was achieved by Bardaro and Mantellini, who pioneered the application of Korovkin-type theorems within the setting of modular function [5]. Since then, numerous contributions have extended this framework, exploring Korovkin-type approximation under various conditions in modular spaces [2, 7, 9, 11, 13, 14, 17, 33, 34, 36].

2. PRELIMINARIES

The fundamental statements on the convergence of double sequences and on modular spaces, can be formulated as follows:

2.1. Convergence Methods for Double Sequences.

A double sequence $x = (x_{m,n})$ is said to convergence to a limit L in the sense of Pringsheim if, for every $\varepsilon > 0$; there exists a positive integer $N := N(\varepsilon)$ such that $|x_{m,n} - L| < \varepsilon$ whenever $m, n > N$. In this case L is called the *Pringsheim limit* of x, denoted by $P - \lim_{m,n} x_{m,n} = L$ ([29]).

We shall refer to such sequences as *P-convergent*. A double sequence is said to be bounded if there exists a constant $M > 0$ such that $|x_{m,n}| < M$ for all $(m,n) \in \mathbb{N}^2$. It is worth noting that, in contrast to single sequences, P-convergent double sequences are not necessarily bounded.

The notion of statistical convergence for single sequences was introduced independently by Fast [15] and Steinhaus [31], and has since been extensively investigated by numerous researchers. This concept was later generalized to the setting of double sequences by Móricz [22].

Let $F \subset \mathbb{N}^2$ be a two-dimensional subset of the positive integers, and let $|.|$ denote the cardinality of a set. The double natural density of F, if it exists, is defined by

$$\delta_2(F) := P - \lim_{k,l} \frac{1}{kl} |\{m \le k, n \le l : (m,n) \in F\}|.$$

The number sequence $x = (x_{m,n})$ is said to be statistically convergent to a limit L provided that for every $\varepsilon > 0$, the set

$$F := F_{k,l} := \{m \le k, n \le l : |x_{m,n} - L| \ge \varepsilon\}$$

has natural density zero. In this case, we write $st_2 - \lim_{m,n} x_{m,n} = L$. It is easy to verify that every P-convergent double sequence is also statistically convergent to the same limit but its converse is not always true. Furthermore, with regard to statistical convergence, it should be noted that a double sequence may be statistically convergent without being bounded. For further details, we refer the reader to [22].

It is now necessary to recall some standard notations and preliminary concepts from the theory of summability, which will be required in the subsequent analysis.

Let $A = (a_{k,l,m,n})$, where $k, l, m, n \in \mathbb{N}$, a four-dimensional infinite matrix. For a given double sequence $x = (x_{m,n})$, the A-transform of x, denoted by $Ax := ((Ax)_{k,l})$, is defined by for all $k, l \in \mathbb{N}$,

$$(Ax)_{k,l} := \sum_{(m,n) \in \mathbb{N}^2}^{\infty} a_{k,l,m,n} x_{m,n}$$

provided the double series converges in Pringsheim's sense for each $k, l \in \mathbb{N}$. We say that a sequence x is A-summable to L if the A-transform $(Ax)_{k,l}$ exists for all $k, l \in \mathbb{N}$ and satisfies

$$P - \lim_{k,l} (Ax)_{k,l} = L.$$

In summability theory, a two-dimensional matrix transformation is called regular if it maps every convergent sequence in to a convergent sequence with the same limit.

Now let $\mathcal{A} := \left(A^{(i,j)}\right) = \left(a_{k,l,m,n}^{(i,j)}\right)$ be a sequence of four-dimensional infinite matrices with non-negative real entries. For a given double sequence of real numbers, $x = (x_{m,n})$ is said to be $\mathcal{A}$-summable to L if

$$P - \lim_{k,l} \sum_{(m,n)\in\mathbb{N}^2} a_{k,l,m,n}^{(i,j)} x_{m,n} = L$$

uniformly in i and j.

In the event that $A^{(i,j)} = A$ denotes a four-dimensional infinite matrix, the notion of $\mathcal{A}$-summability refers to the summability method induced by this matrix acting on double sequences. Various results concerning matrix summability methods for double sequences can be found in the literature; see, for instance, [28, 30].

We now turn our attention to the power series method, which plays a significant role in summability theory and its applications to approximation processes.

Let $(p_{m,n})$ be a double sequence of nonnegative numbers with $p_{0,0} > 0$ and such that the following power series

$$p(t,s) = \sum_{m,n=0}^{\infty} p_{m,n} t^m s^n$$

has radius of convergence R with $R \in (0,\infty]$ and $t,s \in (0,R)$. If for all $t,s \in (0,R)$,

$$\lim_{t,s\to R^-} \frac{1}{p(t,s)} \sum_{m,n=0}^{\infty} p_{m,n} t^m s^n x_{m,n} = L$$

then we say that the double sequence $x = (x_{m,n})$ is convergent to L in the sense of power series method and denoted by $P_p^2 - lim x_{m,n} = L$ ([8]).

The power series method for double sequences is regular if and only if

$\lim_{t,s\to R^-} \frac{1}{p(t,s)} \sum_{m,n=0}^{\infty} p_{m,v} t^m = 0$ and $\lim_{t,s\to R^-} \frac{1}{p(t,s)} \sum_{m,n=0}^{\infty} p_{\mu,n} s^n = 0$ for any μ, v

hold [8].

Remark 2.1.1: In the case of $R = 1$, if $p_{m,n} = 1$ and $p_{m,n} = \frac{1}{m+1}\frac{1}{n+1}$, the power series methods give us Abel summability method and Logarithmic summability method, respectively. In the case of $R = \infty$ and $p_{m,n} = \frac{1}{m!}\frac{1}{n!}$, the power series method gives us Borel summability method. Throughout this paper, the power series method is assumed to be regular unless otherwise stated.

Before proceeding with the next definitions, it is worth noting that Ünver and Orhan [32] have recently introduced P_p-density of $E \subset \mathbb{N}_0$ and the definition of P_p-statistical convergence for single sequences. In their study, they demonstrated that statistical convergence and P_p-statistical convergence are incompatible. Motivated by their work, Yıldız et al. [35] extended these ideas to the double sequence setting by defining the P_p^2-density of $F \subset \mathbb{N}_0^2 = \mathbb{N}_0 \times \mathbb{N}_0$ the notion of P_p-statistical convergence for double sequences:

Definition 2.1.2: Let $F \subset \mathbb{N}_0^2$. If the limit

$$\delta_{P_p}^2(F) := \lim_{t,s\to R^-} \frac{1}{p(t,s)} \sum_{(m,n)\in F} p_{m,n} t^m s^n$$

exists, then $\delta_{P_p}^2(F)$ is called the P_p^2-density of F. It is clear from the definitions of the power series method and P_p^2-density that, $0 \le \delta_{P_p}^2(F) \le 1$ whenever it exists.

Definition 2.1.3: Let $x = (x_{m,n})$ be a double sequence. Then x is said to be statistically convergent with respect to power series method (P_p^2-statistically convergent) to L if for any $\varepsilon > 0$

$$\lim_{t,s\to R^-} \frac{1}{p(t,s)} \sum_{(m,n)\in F} p_{m,n} t^m s^n = 0$$

where $F := F_\varepsilon\{(m,n) : |x_{m,n} - L| \ge \varepsilon\}$ that is $\delta_{P_p}^2(F)$ for any $\varepsilon > 0$. In this case we write

$$st_{P_p}^2 - lim x_{m,n} = L$$

.

The notions of statistical superior and inferior limits for single sequences were first introduced by Fridy and Orhan in [16]. These notions were later extended to the setting of double sequences by Çakan and Altay [10]. More recently, Yıldız et al. [35] developed their P_p^2-statistical versions as follows:

The P_p^2-statistical inferior limit of $x=(x_{m,n})$ is

$$st_{P_p}^2-liminf x_{m,n}=\begin{cases}\sup H_x, & H_x\neq\emptyset\\ -\infty, & H_x=\emptyset\end{cases}$$

where $H_x:=\left\{d\in\mathbb{R}:\delta_{P_p}^2\left(\{(m,n):x_{m,n}<d\}\right)>0\ or\ does\ not\ exist\ in\ \mathbb{R}\right\}$ and $\emptyset$ denotes the empty set. Similarly, the P_p^2-statistical superior limit of $x=(x_{m,n})$ is

$$st_{P_p}^2-limsup x_{m,n}=\begin{cases}\sup G_x, & G_x\neq\emptyset\\ -\infty, & G_x=\emptyset\end{cases}$$

where $G_x:=\left\{c\in\mathbb{R}:\delta_{P_p}^2\left(\{(m,n):x_{m,n}>c\}\right)>0\ or\ does\ not\ exist\ in\ \mathbb{R}\right\}$.

Similar to the statistical superior or inferior limit, it is obtained that

$$st_{P_p}^2-liminf x_{m,n}\leq st_{P_p}^2-limsup x_{m,n}$$

and also, for any double sequence $x=(x_{m,n})$ satisfying $\delta_{P_p}^2\left(\{(m,n):|x_{m,n}|>M\}\right)=0$

for some $M>0$,

$st_{P_p}^2-lim x_{m,n}=L$ iff $st_{P_p}^2-liminf x_{m,n}=st_{P_p}^2-limsup x_{m,n}=L$.

2.2. Modular Spaces and Structural Properties

Let G be a locally compact Hausdorff topological space given via a uniform structure $U\subset 2^{G\times G}$ that generates the topology of G (see, [20]). Denote by $\mathcal{B}$ be the σ-algebra of all Borel subsets of G and $\mu:\mathcal{B}\to\mathbb{R}$ be a positive σ-finite regular measure. We define the following function spaces:

$L^0(G)$: The space of all real-valued μ-measurable functions on G with identification up to sets of measure μ zero.

$C_b(G)$: The space of continuous, bounded real-valued functions on G

$C_c(G)$: The subspace of $C_b(G)$ of all functions with compact support on G.

Definition 2.2.1: A functional $\rho:L^0(G)\to[0,\infty]$ is a modular on $L^0(G)$ if the following conditions are provided:

(a) $\rho(f)=0$ iff $f=0$ μ-almost everywhere on G,

(b) $\rho(-f) = \rho(f)$ for every $f \in L^0(G)$,

(c) $\rho(\alpha f + \beta g) \leq \rho(f) + \rho(g)$ for every $f, g \in L^0(G)$ and for any $\alpha, \beta \geq 0$ with $\alpha + \beta = 1$.

Definition 2.2.2: If there is a constant $N \geq 1$ such that the inequality

$$\rho(\alpha f + \beta g) \leq N\alpha\rho(Nf) + N\beta\rho(Ng)$$

holds for every $f, g \in L^0(G)$, $\alpha, \beta \geq 0$ with $\alpha + \beta = 1$ then we say that a modular ρ is N-quasi convex.

Remark 2.2.3: Note that if $N = 1$, then ρ is called convex.

Definition 2.2.4: If there exists a constant $N \geq 1$ such that

$$\rho(\alpha f) \leq N\alpha\rho(Nf)$$

holds for every $f \in L^0(G)$ and $\alpha \in 0,1$ then a modular ρ is called N-quasi semiconvex.

The modular space $L_\rho(G)$ with modular ρ, given by

$$L^\rho(G) := \left\{f \in L^0(G) : \lim_{\lambda \to 0^+} \rho(\lambda f) = 0\right\}$$

and the space of the finite elements of $L_\rho(G)$, given by

$$E^\rho(G) := \{f \in L^\rho(G) : \rho(\lambda f) < \infty \text{ for all } \lambda > 0\}$$

Also, note that if ρ is N-quasi semiconvex, then the space

$$\{f \in L^0(G) : \rho(\lambda f) < \infty \text{ for some } \lambda > 0\}$$

coincides with $L_\rho(G)$.

The following notions will be essential throughout this work:

(1) (**Monotonicity**) A modular ρ is monotone if $\rho(f) \leq \rho(g)$ for $|f| \leq |g|$.

(2) (**Finiteness**) A modular ρ is called finite if $\chi_A \in L^\rho(G)$ whenever $A \in B$ with $\mu(A) < \infty$.

(3) (**Strongly Finiteness**) A modular ρ is strongly finite if $\chi_A \in E^\rho(G)$ for all $A \in B$ such that $\mu(A) < \infty$.

(4) (**Absolute Continuity**) A modular ρ is said to be absolutely continuous if there exists an $\alpha > 0$ such that: for every $f \in L^0(G)$ with $\rho(f) < \infty$, the following conditions hold:

∘ for each $\varepsilon > 0$ there exists a set $A \in \mathcal{B}$ such that $\mu(A) < \infty$ and $\rho(\alpha f \chi_{G\setminus A}) \leq \varepsilon$,

∘ for every $\varepsilon > 0$ there is a $\delta > 0$ with $\rho(\alpha f \chi_B) \leq \varepsilon$ for every $B \in \mathcal{B}$ with $\mu(B) < \delta$.

Remark 2.2.5: Let ρ be a modular on $L^0(G)$.

(i) If ρ is *monotone* and *finite*, then every continuous function on G is modularly integrable, i.e.,

$C(G) \subset L^\rho(G)$.

(ii) If ρ is *monotone* and *strongly finite*, then continuity implies membership in the subspace $E^\rho(G)$:

$C(G) \subset E^\rho(G)$.

(iii) If ρ is *monotone*, *strongly finite* and *absolutely continuous*, then $C_c(G)$ dense in $L^\rho(G)$ with respect to modular convergence. Specifically,

$\overline{C_c(G)} = L^\rho(G)$

where the closure is taken in the topology induced by modular convergence.

For further details and a comprehensive treatment of these properties, we refer the reader to [19, 21, 25], and the references contained therein.

2.3. P_p^2-Statistical Modular Convergence

Now we recall the P_p^2-statistical relative modular and P_p^2-strong convergence for double sequences.

Definition 2.3.1: [35] Let $(f_{m,n})$ be a double sequence of functions in $L^\rho(G)$.

(1) $(f_{m,n})$ is P_p^2-*statistically relatively modularly convergent* to $f \in L^\rho(G)$ if there exists a scale function $\sigma \in L^0(G)$ with $|\sigma(u)| \neq 0$ such that

$st_{p_p}^2 - lim\rho(\lambda_o(((f_{m,n} - f)/\sigma))) = 0$ for some $\lambda_0 > 0$.

(2) $(f_{m,n})$ is P_p^2-*statistically relatively* F*-norm convergent* (or, P_p^2-*statistically relatively strongly convergent*) to $f \in L^\rho(G)$ if the above holds for every $\lambda > 0$.

These two notions of convergence coincide if and only if ρ satisfies the Δ_2-condition (i.e. there exists a constant $M > 0$ such that $\rho(2f) \leq M\rho(f)$ for every $f \in L^0(G)$) [24].

Remark 2.3.2 (Properties of Convergence with Respect to Scale Functions**):**

When the scale function σ is chosen as a constant function, the P_p^2-statistical relative modular convergence reduces to the classical P_p^2-statistical modular convergence. For bounded scale functions σ, P_p^2-statistical relative modular convergence implies P_p^2-statistical modular convergence. The implication fails in general when σ is unbounded, i.e., P_p^2-statistical relative modular convergence does not imply P_p^2-statistical modular convergence.

3. KOROVKIN TYPE APPROXIMATION THEOREMS

We now establish several Korovkin-type theorems concerning an abstract finite set of test functions $e_0, e_1, \ldots, e_k$ in the context of P_p^2-statistical relative convergence.

First, recall that Orhan and Kolay [27] introduced an $\mathcal{A}$-summation process for double sequences in a modular space. Additionally, Demirci, Orhan, and Kolay [12] later defined the concept of a relative modular $\mathcal{A}$-summation process for double sequences as follows:

A sequence $\boldsymbol{T} := (T_{m,n})$ of positive linear operators from D into $L^0(G)$ with $C_b(G) \subset D \subset L^0(G)$ is called a relative $\mathcal{A}$-summation process on D if $(T_{m,n}f)$ is relatively $\mathcal{A}$-summable to f (with respect to modular ρ) for every $f \in D$ i.e.,

$P - \lim_{k,l} \rho[\lambda(\frac{A_{k,l,i,j}^{\boldsymbol{T}} f - f}{\sigma})] = 0,$ uniformly in $i, j,$ for some $\lambda > 0,$

where for all $k, l, i, j \in \mathbb{N}$, $f \in D$ the series

$$A_{k,l,i,j}^{\boldsymbol{T}} T_{m,n} f := \sum_{(m,n)\in\mathbb{N}^2}^{\infty} a_{k,l,m,n}^{(i,j)} T_{m,n} f$$

converge absolutely almost everywhere with respect to Lebesgue measure. We denote the value of $T_{m,n}f$ at a point $u \in G$ by $T_{m,n}(f(v);u)$ or simply, $T_{m,n}(f;u)$.

Let ρ be monotone and finite modular on $L^0(G)$. Furthermore, suppose the double sequence $\boldsymbol{T} = (T_{m,n})$, together with modular ρ, satisfies the following property:

there exists a subset $G_{\boldsymbol{T}} \subset D \cap L^{\rho}(G)$ with $C_b(G) \subset G_{\boldsymbol{T}}$ and $\sigma \in L^0(G)$ is an unbounded function satisfying $|\sigma(u)| \neq 0$ such that the inequality

$$st^2_{P_p} - limsup\rho[\lambda(\frac{A^{T}_{k,l,i,j}h}{\sigma})] \leq R\rho(\lambda h) \tag{3.1}$$

holds for every $h \in G_{\boldsymbol{T}}$, $\lambda > 0$ and for a positive constant R.

Set $e_0(v) \equiv 1$ for all $v \in G$, let e_r, $r = 1,2,\ldots,k$ and a_r, $r = 0,1,2,\ldots,k$, be functions in $C_b(G)$. Put

$$P_u(v) = \sum_{r=0}^{k} a_r(u)e_r(v), \quad u,v \in G, \tag{3.2}$$

and suppose that $P_u(v)$, $u,v \in G$, satisfies the following properties:

(P.1) $P_u(u) = 0$, for all $u \in G$,

(P.2) for every neighbourhood $U \in \mathrm{U}$ there exists a positive number η with $P_u(v) \geq \eta$ whenever $u,v \in G$, $(u,v) \notin \mathrm{U}$ (see for examples [4]).

The central theorem of this paper can now be formulated as follows:

Theorem 3.1: Let $\mathcal{A} := (A^{(i,j)}) = \left(a^{(i,j)}_{k,l,m,n}\right)$ be a sequence of four-dimensional infinite matrices with non-negative real entries and let ρ be a monotone, strongly finite, absolutely continuous and N-quasi semiconvex modular. Suppose that e_r and a_r, $r = 0,1,2,\ldots,k$, satisfy properties (P.1) and (P.2). Let $\boldsymbol{T} = (T_{m,n})$ be a double sequence of positive linear operators from D into $L^0(G)$ satisfying (3.1) and assume that $\sigma_r(u)$ is an unbounded function satisfying $|\sigma_r(u)| \geq b_r > 0$, $r = 0,1,\ldots,k$. If

$$st^2_{P_p} - limsup\rho[\lambda_0(\frac{A^T_{k,l,i,j}e_r - e_r}{\sigma_r})] = 0 \text{, uniformly in } i,j, \quad (3.3)$$

for some $\lambda_0 > 0$, $r = 0,1, \ldots, k$, in $L^\rho(G)$, then for every $f \in C_c(G)$

$st^2_{P_p} - limsup\rho[\gamma(\frac{A^T_{k,l,i,j}f - f}{\sigma})] = 0$, uniformly in i,j,

for some $\gamma > 0$, in $L^\rho(G)$ where $\sigma(u) = max\{|\sigma_r(u)| : r = 0,1, \ldots, k\}$. If

$st^2_{P_p} - limsup\rho[\lambda((\frac{A^T_{k,l,i,j}e_r - e_r}{\sigma_r}))] = 0$, uniformly in i,j,

for every $\lambda > 0$, $r = 0,1, \ldots, k$, in $L^\rho(G)$, then for every $f \in C_c(G)$

$st^2_{P_p} - limsup\rho[\lambda(\frac{A^T_{k,l,i,j}f - f}{\sigma})] = 0$, uniformly in i,j,

for every $\lambda > 0$, in $L^\rho(G)$ where $\sigma(u) = max\{|\sigma_r(u)| : r = 0,1, \ldots, k\}$.

Proof: First we claim that, for every $f \in C_c(G)$,

$$st^2_{P_p} - limsup\rho[\gamma(\frac{A^T_{k,l,i,j}f - f}{\sigma})] = 0 \text{, uniformly in } i,j, \quad (3.4)$$

for some $\gamma > 0$. Consider $f \in C_c(G)$. Since G carries the uniformity U, the function f is bounded and uniformly continuous on G. By the uniform continuity of f, for any $\varepsilon \in (0,1]$, there exists $U \in \mathrm{U}$ such that $|f(u) - f(v)| \leq \varepsilon$ whenever $u, v \in G$, $(u,v) \in U$. For all $u, v \in G$ let $P_u(v)$ be as in (3.2), and chosen $\eta > 0$ satisfy condition (P.2). Then for $u, v \in G$, $(u,v) \notin U$, we have $|f(u) - f(v)| \leq \frac{2M}{\eta}P_u(v)$ where $M := sup\,|f(v)|$. Therefore, in any case we get $|f(u) - f(v)| \leq \varepsilon + \frac{2M}{\eta}P_u(v)$ for all $u, v \in G$, i.e.,

$$-\varepsilon - \frac{2M}{\eta}P_u(v) \leq f(u) - f(v) \leq \varepsilon + \frac{2M}{\eta}P_u(v) \quad (3.5)$$

Since $T_{m,n}$ is linear and positive, by applying $T_{m,n}$ to (3.5) for every $m, n \in \mathbb{N}$ we have

$$-\varepsilon A^T_{k,l,i,j}(e_0\,;u) - \frac{2M}{\eta}A^T_{k,l,i,j}(P_u\,;u) \leq f(u)A^T_{k,l,i,j}(e_0\,;u) - A^T_{k,l,i,j}(f\,;u)$$

$$\leq \varepsilon A^T_{k,l,i,j}(e_0\,;u) + \frac{2M}{\eta}A^T_{k,l,i,j}(P_u\,;u)$$

Hence

$$\begin{aligned}\left|A^{T}_{k,l,i,j}(f;u)-f(u)\right| &\leq \left|A^{T}_{k,l,i,j}(f;u)-f(u)A^{T}_{k,l,i,j}(e_0;u)\right| \\ &\quad + |f(u)|\left|A^{T}_{k,l,i,j}(e_0;u)-e_0(u)\right| \\ &\leq \varepsilon A^{T}_{k,l,i,j}(e_0;u)+\frac{2M}{\eta}A^{T}_{k,l,i,j}(P_u;u) \\ &\quad +\mathrm{M}\left|A^{T}_{k,l,i,j}(e_0;u)-e_0(u)\right| \\ &\leq \varepsilon+(\varepsilon+M)\left|A^{T}_{k,l,i,j}(e_0;u)-e_0(u)\right| \\ &\quad +\tfrac{2M}{\eta}\textstyle\sum_{r=0}^{k}a_r(u)\left|A^{T}_{k,l,i,j}(e_r;u)-e_r(u)\right|.\end{aligned}$$

Let $\gamma>0$. Now for each $r=0,1,2,\ldots,k$, $m,n\in\mathbb{N}$ and $u\in G$, choose $M_0>0$ such that $|a_r(u)|\leq M_0$ and multiplying the both sides of the above inequality by $\frac{1}{|\sigma(u)|}$ the last inequality gives that

$$\gamma\left|\frac{A^{T}_{k,l,i,j}(f;u)-f(u)}{\sigma(u)}\right|\leq\gamma\frac{\varepsilon}{|\sigma(u)|}+K\gamma\sum_{r=0}^{k}\left|\left(\frac{(A^{T}_{k,l,i,j}(e_r;u)-e_r(u))}{\sigma_r(u)}\right)\right|$$

where $K:=\varepsilon+M+\left(\frac{2M}{\eta}\right)M_0$. By applying the modular ρ to the above inequality, since ρ is monotone and $\sigma(u)=max\{|\sigma_r(u)|:r=0,1,\ldots,k\}$, we get

$$\rho\left(\gamma\left|\frac{A^{T}_{k,l,i,j}f-f}{\sigma}\right|\right)\leq\rho\left(\gamma\frac{\varepsilon}{|\sigma|}+K\gamma\textstyle\sum_{r=0}^{k}\left|\left(\frac{(A^{T}_{k,l,i,j}e_r-e_r)}{\sigma_r}\right)\right|\right).$$

Thus, we can see that

$$\rho\left(\gamma\left|\frac{A^{T}_{k,l,i,j}f-f}{\sigma}\right|\right)\leq\rho\left(\frac{(k+2)\gamma\varepsilon}{\sigma}\right)+\sum_{r=0}^{k}\rho\left((k+2)K\gamma\left(\frac{(A^{T}_{k,l,i,j}e_r-e_r)}{\sigma_r}\right)\right).$$

Because of ρ is strongly finite and N-quasi semiconvex, we have,

$$\begin{aligned}\rho\left(\gamma\left|\frac{A^{T}_{k,l,i,j}f-f}{\sigma}\right|\right)&\leq N\varepsilon\rho\left(\frac{(k+2)\gamma N}{\sigma}\right)\\ &\quad+\sum_{r=0}^{k}\rho\left((k+2)K\gamma\left(\frac{(A^{T}_{k,l,i,j}e_r-e_r)}{\sigma_r}\right)\right)\end{aligned}$$

For a given $\varepsilon^{*}>0$, choose an $\varepsilon\in(0,1]$ such that $N\varepsilon\rho\left(\frac{(k+2)\gamma N}{\sigma}\right)<\varepsilon^{*}$. Now define the following sets:

$$S_\gamma := \left\{(m,n): \rho\left(\gamma\left|\frac{A^T_{k,l,i,j}f-f}{\sigma}\right|\right) \geq \varepsilon^*\right\}$$

$$S_{\gamma,r} := \left\{(m,n): \rho\left((k+2)K\gamma\left(\frac{(A^T_{k,l,i,j}e_r - e_r)}{\sigma_r}\right)\right) \geq \frac{\varepsilon^* - N\varepsilon\rho\left(\frac{(k+2)\gamma N}{\sigma}\right)}{k+1}\right\}$$

where $r = 0,1,2,\ldots,k$. Then, it is easy to see that $S_\gamma \subseteq \cup_{r=0}^{k} S_{\gamma,r}$. So, we can see that

$$\delta^2_{P_p}(S_\gamma) \leq \sum_{r=0}^{k} \delta^2_{P_p}(S_{\gamma,r}).$$

Using the hypothesis (3.3), we get $\delta^2_{P_p}(S_\gamma) = 0$ which proves our claim (3.5).
We are now prepared to state our principal theorem.

Theorem 3.2: Let $\mathcal{A} := (A^{(i,j)}) = (a^{(i,j)}_{k,l,m,n})$ be a sequence of four-dimensional infinite matrices with non-negative real entries and let ρ be a monotone, strongly finite, absolutely continuous and N-quasi semiconvex modular. Assume the functions e_r and a_r, $r = 0,1,2,\ldots,k$, satisfy properties (P.1) and (P.2). For a double sequence $\boldsymbol{T} = (T_{m,n})$ of positive linear operators from D into $L^0(G)$ satisfying (3.1) and $\sigma_r(u)$ is an unbounded function satisfying $|\sigma_r(u)| \geq b_r > 0$, $r = 0,1,\ldots,k$: if

$st^2_{P_p} - lim\rho[\lambda(\frac{A^T_{k,l,i,j}e_r - e_r}{\sigma_r})] = 0$, uniformly in i,j,

for every $\lambda > 0$, $r = 0,1,\ldots,k$, in $L^\rho(G)$, then for every $f \in D \cap L^\rho(G)$ with $f - C_b(G) \subset G_{\boldsymbol{T}}$,

$st^2_{P_p} - lim\rho[\lambda_0(\frac{A^T_{k,l,i,j}f - f}{\sigma})] = 0$, uniformly in i,j,

for some $\lambda_0 > 0$, in $L^\rho(G)$ where $\sigma(u) = max\{|\sigma_r(u)|: r = 0,1,\ldots,k\}$.

Proof: Now, let $f \in D \cap L^\rho(G)$ with $f - C_b(G) \subset G_{\boldsymbol{T}}$. It is known from ([6, 21]) that there exists a sequence $(g_{k,j}) \subset C_c(G)$ such that $\rho(3\lambda_0^* f) < \infty$ and $P - \lim_{k,j} \rho\left(3\lambda_0^*(g_{k,l} - f)\right) = 0$ for some $\lambda_0^* > 0$. This means that, for every $\varepsilon > 0$, there is a positive number $k_0 = k_0(\varepsilon)$ with

$$\rho\left(3\lambda_0^*(g_{k,l}-f)\right)<\varepsilon \quad \text{for every } k,j\geq k_0. \tag{3.6}$$

For all $m,n\in\mathbb{N}$, by linearity and positivity of the operators $T_{m,n}$, we have

$$\begin{aligned}\lambda_0^*\left|A_{k,l,i,j}^{T}(f;u)-f(u)\right| &\leq \lambda_0^*\left|A_{k,l,i,j}^{T}(f-g_{k_0,k_0};u)\right| \\ &+\lambda_0^*\left|A_{k,l,i,j}^{T}(g_{k_0,k_0};u)-g_{k_0,k_0}(u)\right| \\ &+\lambda_0^*\left|g_{k_0,k_0}(u)-f(u)\right|\end{aligned}$$

holds for every $u\in G$. Applying the modular ρ to both sides of the final inequality, invoking its monotonicity property, and subsequently multiplying by $\frac{1}{|\sigma(u)|}$, we obtain

$$\begin{aligned}\rho\left(\lambda_0^*\left(\frac{A_{k,l,i,j}^{T}f-f}{\sigma}\right)\right) &\leq \rho\left(3\lambda_0^*\left(\frac{A_{k,l,i,j}^{T}\left(f-g_{k_0,k_0}\right)}{\sigma}\right)\right)+\rho\left(3\lambda_0^*\left(\frac{A_{k,l,i,j}^{T}g_{k_0,k_0}-g_{k_0,k_0}}{\sigma}\right)\right) \\ &+\rho\left(3\lambda_0^*\left(\frac{g_{k_0,k_0}-f}{\sigma}\right)\right).\end{aligned}$$

Hence, $|\sigma|\geq b>0$, $b=max\{b_r: r=0,1,\ldots,k\}$, we can write that

$$\begin{aligned}\rho\left(\lambda_0^*\left(\frac{A_{k,l,i,j}^{T}f-f}{\sigma}\right)\right) &\leq \rho\left(3\lambda_0^*\left(\frac{A_{k,l,i,j}^{T}\left(f-g_{k_0,k_0}\right)}{\sigma}\right)\right)+\rho\left(3\lambda_0^*\left(\frac{A_{k,l,i,j}^{T}g_{k_0,k_0}-g_{k_0,k_0}}{\sigma}\right)\right) \\ &+\rho\left(3\frac{\lambda_0^*}{b}\left(\frac{g_{k_0,k_0}-f}{\sigma}\right)\right)\end{aligned} \tag{3.7}$$

Then using the (3.6) in (3.7), we have

$$\begin{aligned}\rho\left(\lambda_0^*\left(\frac{A_{k,l,i,j}^{T}f-f}{\sigma}\right)\right) &\leq \varepsilon+\rho\left(3\lambda_0^*\left(\frac{A_{k,l,i,j}^{T}\left(f-g_{k_0,k_0}\right)}{\sigma}\right)\right) \\ &+\rho\left(3\lambda_0^*\left(\frac{A_{k,l,i,j}^{T}g_{k_0,k_0}-g_{k_0,k_0}}{\sigma}\right)\right).\end{aligned}$$

By property (3.1) and also by using $g_{k_0,k_0}\in C_c(G)$ and $f-g_{k_0,k_0}\in G_T$, we obtain

$$\begin{aligned}st_{P_p}^2-limsup\rho\left[\lambda_0\left(\frac{A_{k,l,i,j}^{T}f-f}{\sigma}\right)\right] &\leq \varepsilon+R\rho\left(3\lambda_0^*\left(\frac{f-g_{k_0,k_0}}{\sigma}\right)\right) \\ &+st_{P_p}^2-limsup\,\rho\left(3\lambda_0^*\left(\frac{A_{k,l,i,j}^{T}g_{k_0,k_0}-g_{k_0,k_0}}{\sigma}\right)\right)\end{aligned}$$

$$\leq \varepsilon(1+R) + st^2_{P_p} - limsup\ \rho\left(3\lambda_0^*\left(\frac{A^{T}_{k,l,i,j}g_{k_0,k_0} - g_{k_0,k_0}}{\sigma}\right)\right)$$

also, resulting from previous theorem,

$$0 = st^2_{P_p} - lim\ \rho\left(3\lambda_0^*\left(\frac{A^{T}_{k,l,i,j}g_{k_0,k_0} - g_{k_0,k_0}}{\sigma}\right)\right)$$

which gives

$$0 \leq st^2_{P_p} - lim\rho\left[\lambda_0^*\left(\frac{A^{T}_{k,l,i,j}f - f}{\sigma}\right)\right] \leq \varepsilon(1+R).$$

From arbitrariness of $\varepsilon > 0$, it follows that

$$st^2_{P_p} - lim\rho\left[\lambda_0^*\left(\frac{A^{T}_{k,l,i,j}f - f}{\sigma}\right)\right] = 0.$$

Furthermore,

$$st^2_{P_p} - lim\rho\left[\lambda_0^*\left(\frac{A^{T}_{k,l,i,j}f - f}{\sigma}\right)\right] = 0.$$

this completes the proof.

In the framework of Theorem 3.2, P^2_p-statistical relative strong convergence cannot generally be established unless the modular ρ satisfies the Δ_2-condition.

When the scale function is taken to be a nonzero constant, the condition (3.1) simplifies to:

$$st^2_{P_p} - limsup\rho[\lambda(A^{T}_{k,l,i,j}h)] \leq R\rho(\lambda h) \tag{3.8}$$

holds for every $h \in G_T$, $\lambda > 0$ and for a positive constant R. Under this simplification, we immediately obtain from our Theorem 3.2:

Corollary 3.3: Let $\mathcal{A} := \left(A^{(ij)}\right) = \left(a^{(ij)}_{k,l,m,n}\right)$ be a sequence of non-negative four-dimensional infinite matrices, and let ρ be a monotone, strongly finite, absolutely continuous, N-quasi semiconvex modular. Assume the functions e_r and a_r, $r = 0,1,2,\ldots,k$, satisfy properties (P.1) and (P.2). For a double sequence $\boldsymbol{T} = \left(T_{m,n}\right)$ of positive linear operators from D into $L^0(G)$ satisfying (3.8): if $(A^{T}_{k,l,i,j}e_r)$ is P^2_p-statistically strongly convergent to e_r uniformly in $i,j,$

$r = 0,1, \ldots, k$, in $L^{\rho}(G)$, then $(A^{\boldsymbol{T}}_{k,l,i,j}f)$ is P^2_p-statistically modularly convergent to f, uniformly in i,j for every $f \in D \cap L^{\rho}(G)$ with $f - C_b(G) \subset G_{\boldsymbol{T}}$.

If we substitute the matrices $A^{(i,j)}$ with the identity matrix and consider a non-zero constant scale function, the condition (3.1) becomes equivalent to property

$$st^2_{P_p} - limsup\rho[\lambda(T_{m,n}h)] \leq R\rho(\lambda h) \tag{3.9}$$

holds for every $h \in G_{\boldsymbol{T}}$, $\lambda > 0$ and for a positive constant R. Under this condition, the following result is an immediate consequence of Theorem 3.2.

Corollary 3.4: Let ρ be a monotone, strongly finite, absolutely continuous, and N-quasi semiconvex modular. Suppose the functions e_r and a_r, $(r = 0,1,2,\ldots,k)$ satisfy properties (P.1) and (P.2). Consider a double sequence $\boldsymbol{T} = (T_{m,n})$ of positive linear operators from D into $L^0(G)$ satisfying condition (3.9). If the sequence $(T_{m,n}e_r)$ is P^2_p-statistically strongly convergent to e_r uniformly in i,j, $r = 0,1, \ldots, k$, in $L^{\rho}(G)$ then $(T_{m,n}f)$ is P^2_p-statistically modularly convergent to f, uniformly in i,j for every $f \in D \cap L^{\rho}(G)$ with $f - C_b(G) \subset G_{\boldsymbol{T}}$.

Through the following application, we establish that our results properly extend the classical ones.

Example 3.5: Let us consider $G = [0,1]^2 = [0,1] \times [0,1] \subset \mathbb{R}^2$ and let $\varphi : [0,\infty) \to [0,\infty)$ is a continuous function with φ is convex, $\varphi(0) = 0$, $\varphi(x) > 0$ for any $x > 0$ and $\lim_{x\to\infty}\varphi(x) = \infty$. Then, the functional ρ^{φ} defined by

$$\rho^{\varphi}(f) := \int_0^1 \int_0^1 \varphi(|f(x,y)|)\, dxdy \quad \text{for } f \in L^0(G),$$

is a convex modular on $L^0(G)$ and

$$L^{\varphi}(G) := \{f \in L^0(G) : \rho^{\varphi}(\lambda f) < +\infty \text{ for some } \lambda > 0\}$$

is the Orlicz space generated by φ.

For every $(x,y) \in G$, let $e_0(x,y) = a_3(x,y) = 1$, $e_1(x,y) = x$, $e_2(x,y) = y$, $e_3(x,y) = a_0(x,y) = x^2 + y^2$, $a_1(x,y) = -2x$, $a_2(x,y) = -2y$. For every $m,n \in \mathbb{N}$, $u_1, u_2 \in [0,1]$, let $K_{m,n}(u_1,u_2) = (i+1)(j+1)u_1^m u_2^n$ and for $f \in C(G)$ and $x,y \in [0,1]$ set $M_{m,n}(f;x,y) = \int_0^1 \int_0^1 K_{m,n}(u_1,u_2) f(u_1 x, u_2 y) du_1 du_2$. Then we get

$$\int_0^1 \int_0^1 K_{m,n}(u_1,u_2) du_1 du_2 = (m+1)\left(\int_0^1 u_1^m du_1\right)(n+1)\left(\int_0^1 u_2^n du_2\right) = 1,$$

and hence, $M_{m,n}(e_0;x,y) = e_0(x,y) = 1$. Also, we know from [3] that

$$\left|M_{m,n}(e_1;x,y) - e_1(x,y)\right| \leq \frac{1}{m+2},$$

$$\left|M_{m,n}(e_2;x,y) - e_2(x,y)\right| \leq \frac{1}{n+2},$$

$$\left|M_{m,n}(e_1^2;x,y) - e_1^2(x,y)\right| \leq \frac{2}{m+3},$$

$$\left|M_{m,n}(e_2^2;x,y) - e_2^2(x,y)\right| \leq \frac{2}{n+3},$$

and for each $m,n \geq 2$, $f \in L^{\varphi}(G)$ we get $\rho^{\varphi}(M_{m,n}f) \leq 32\rho^{\varphi}(f)$. And also, $(M_{m,n})$ satisfies the condition (14) in [26] with $G_T = L^{\varphi}(G)$ and $(M_{m,n}f)$ is modulary convergent to $f \in L^{\varphi}(G)$. Now, we define the following double sequence of positive linear operators $\boldsymbol{T} = (T_{m,n})$ on $L^{\varphi}(G)$ by using the operators $M = (M_{m,n})$ as follows:

$T_{m,n}(f;x,y) = (1 + g_{m,n}(x,y))M_{m,n}(f;x,y)$, for $f \in L^{\varphi}(G)$,

$x,y \in [0,1]$, $C = (0,\frac{1}{m}) \times (0,\frac{1}{n})$ and $m,n \in \mathbb{N}$ where $g_{m,n}: G \to \mathbb{R}$ defined by

$$g_{m,n}(x,y) = \begin{cases} m, & m = 2k \text{ and } n = 2l, \\ (m^2+1)n^3 xy, & (x,y) \in C; m = 2k+1 \text{ or } n = 2l+1, \\ 0, & (x,y) \notin C; m = 2k+1 \text{ or } n = 2l+1. \end{cases} \quad k,l \in \mathbb{N}.$$

If $\varphi(x) = x^p, 1 \leq p < \infty, x \geq 0$ then $L^{\varphi}(G) = L^{\rho}(G)$, and we have for any function $f \in L^{\varphi}(G)$, $\rho = \rho^{\varphi}(f) = \|f\|_p^p$. Also, let the power series method is given with

$$p_{m,n} = \begin{cases} 0, & m = 2k \text{ and } n = 2l, \\ 1, & m = 2k+1 \text{ or } n = 2l+1, k,l \in \mathbb{N}. \end{cases}$$

It is clear that

$$\rho\left(\lambda_0(g_{m,n}-g)\right)=\left\|\lambda_0(g_{m,n}-g)\right\|_1=\lambda_0\begin{cases}0, & m=2k \text{ and } n=2l,\\ \frac{(m^2+1)n}{4m^2}, & m=2k+1 \text{ or } n=2l+1,\end{cases} \quad k,l\in\mathbb{N}$$

where $g=0$, then $(g_{m,n})$ does not converge statistically modularly to $g=0$. Now, we choose $\sigma_r(x,y)=\sigma(x,y)$, $r=0,1,2,3$, where

$$\sigma(x,y)=\begin{cases}\frac{1}{x^2y}, & (x,y)\in(0,1]\times(0,1],\\ 0, & otherwise,\end{cases} \quad \text{on } L_1(G).$$

$\mathcal{A}:=\left(A^{(i,j)}\right)=\left(a^{(i,j)}_{k,l,m,n}\right)$ be a sequence of four-dimensional infinite matrices defined by $a^{(i,j)}_{k,l,m,n}=\frac{1}{kl}$ if $i\le m\le i+k-1$, $j\le n\le j+l-1$, $i,j=1,2,\ldots$ and $a^{(i,j)}_{k,l,m,n}=0$, otherwise. In this case, the $\mathcal{A}$-summability method reduces to the almost convergence of double sequences as introduced by Moricz and Rhoades [23]. Consequently, we observe that for every $h\in L_1(G)$, $\lambda>0$, and some positive constant R_0, property

$$st^2_{P_p}-limsup\left\|\lambda\left(\frac{A^{T}_{k,l,i,j}h}{\sigma}\right)\right\|_1\le R\|\lambda h\|_1 \text{ uniformly in } i,j$$

holds. Now, observe that

$$A^{T}_{k,l,i,j}e_0-e_0=\frac{1}{kl}\sum_{m=i}^{i+k-1}\sum_{n=j}^{j+l-1}g_{m,n}$$

$$A^{T}_{k,l,i,j}e_1-e_1\le\frac{1}{kl}\sum_{m=i}^{i+k-1}\sum_{n=j}^{j+l-1}\frac{1+g_{m,n}}{m+2}+\frac{1}{kl}\sum_{m=i}^{i+k-1}\sum_{n=j}^{j+l-1}g_{m,n}$$

$$A^{T}_{k,l,i,j}e_2-e_2\le\frac{1}{kl}\sum_{m=i}^{i+k-1}\sum_{n=j}^{j+l-1}\frac{1+g_{m,n}}{n+2}+\frac{1}{kl}\sum_{m=i}^{i+k-1}\sum_{n=j}^{j+l-1}g_{m,n}$$

$$A^{T}_{k,l,i,j}e_3-e_3\le\frac{1}{kl}\sum_{m=i}^{i+k-1}\sum_{n=j}^{j+l-1}(1+g_{m,n})\left(\frac{2}{m+3}+\frac{2}{n+3}\right)+2\frac{1}{kl}\sum_{m=i}^{i+k-1}\sum_{n=j}^{j+l-1}g_{m,n}.$$

Hence, we can observe that for any $\lambda>0$,

$$\left\|\lambda\left(\frac{A^{T}_{k,l,i,j}e_0-e_0}{\sigma}\right)\right\|_1=\left\|\lambda\left(\frac{1}{kl}\sum_{m=i}^{i+k-1}\sum_{n=j}^{j+l-1}\frac{g_{m,n}}{\sigma}\right)\right\|_1$$

$$\leq \frac{1}{kl}\left(\sum_{m=i}^{i+k-1}\sum_{n=j}^{j+l-1}\left\|\lambda\frac{g_{m,n}}{\sigma}\right\|_1\right)$$

then, we get

$$st_{P_p}^2 - lim\left\|\lambda\left(\frac{A_{k,l,i,j}^{T}e_0 - e_0}{\sigma}\right)\right\|_1 = 0.$$

Also, we have

$$\left\|\lambda\left(\frac{A_{k,l,i,j}^{T}e_1 - e_1}{\sigma}\right)\right\|_1 \leq \left\|\lambda\left(\frac{\frac{1}{kl}\sum_{m=i}^{i+k-1}\sum_{n=j}^{j+l-1}\frac{1+g_{m,n}}{m+2} + \frac{1}{kl}\sum_{m=i}^{i+k-1}\sum_{n=j}^{j+l-1}g_{m,n}}{\sigma}\right)\right\|_1$$

$$\leq \left\|\lambda\frac{1}{kl}\sum_{m=i}^{i+k-1}\sum_{n=j}^{j+l-1}\frac{\frac{1+g_{m,n}}{m+2}}{\sigma}\right\|_1 + \left\|\lambda\left(\frac{\frac{1}{kl}\sum_{m=i}^{i+k-1}\sum_{n=j}^{j+l-1}g_{m,n}}{\sigma}\right)\right\|_1$$

$$\leq \frac{1}{kl}\left(\sum_{m=i}^{i+k-1}\sum_{n=j}^{j+l-1}\left\|\lambda\frac{1}{m+2}\frac{g_{m,n}}{\sigma}\right\|_1\right) + \frac{1}{kl}\left(\sum_{m=i}^{i+k-1}\sum_{n=j}^{j+l-1}\left\|\lambda\frac{g_{m,n}}{\sigma}\right\|_1\right)$$

from above inequality, we have

$$st_{P_p}^2 - lim\left\|\lambda\left(\frac{A_{k,l,i,j}^{T}e_1 - e_1}{\sigma}\right)\right\|_1 = 0.$$

Alike, we attain

$$st_{P_p}^2 - lim\left\|\lambda\left(\frac{A_{k,l,i,j}^{T}e_2 - e_2}{\sigma}\right)\right\|_1 = 0.$$

Now, because it is

$$\left\|\lambda\left(\frac{A_{k,l,i,j}^{T}e_3 - e_3}{\sigma}\right)\right\|_1 \leq \left\|\lambda\left(\frac{\frac{1}{kl}\sum_{m=i}^{i+k-1}\sum_{n=j}^{j+l-1}(1+g_{m,n})(\frac{2}{m+3}+\frac{2}{n+3}) + 2\frac{1}{kl}\sum_{m=i}^{i+k-1}\sum_{n=j}^{j+l-1}g_{m,n}}{\sigma}\right)\right\|_1$$

$$\leq \left\|\lambda\frac{1}{kl}\sum_{m=i}^{i+k-1}\sum_{n=j}^{j+l-1}\frac{(1+g_{m,n})(\frac{2}{m+3}+\frac{2}{n+3})}{\sigma}\right\|_1 + 2\left\|\lambda\left(\frac{\frac{1}{kl}\sum_{m=i}^{i+k-1}\sum_{n=j}^{j+l-1}g_{m,n}}{\sigma}\right)\right\|_1$$

then, we obtain

$$st^2_{P_p} - lim\left\|\lambda\left(\frac{A^{T}_{k,l,i,j}e_3 - e_3}{\sigma}\right)\right\|_1 = 0.$$

Thus, the newly defined operator sequence $\boldsymbol{T} = (T_{m,n})$ requirements all conditions of Theorem 3.2 and so we acquire

$st^2_{P_p} - lim\rho[\lambda_0(\frac{A^{T}_{k,l,i,j}f - f}{\sigma})] = 0$, uniformly in $i, j,$

for some $\lambda_0 > 0$, in any $f \in L_1(G)$. However, the sequence $(T_{m,n}e_0)$ converges neither relatively modularly with respect to the scale function $\boldsymbol{\sigma}$ nor in the statistical modular sense. Consequently, $(T_{m,n})$ fails to satisfy the conditions of Corollary 3.3 and Corollary 3.4.

4. AN EXTENSION TO NON-POSITIVE OPERATORS

In this section, we weaken the positivity requirement for linear operators in Korovkin-type theorems. Several positive results addressing this relaxation already exist in the literature [1, 3, 4, 6]. Building upon this approach, we establish new positive results for P^2_p-statistical relative modular convergence and prove a corresponding Korovkin-type approximation theorem.

Let $I \subset \mathbb{R}$ be a bounded interval, $C^2(I)$ (resp. $C^2_b(I)$) be the space of all functions defined on I, (resp. bounded and) continuous with their first and second derivatives,

$$C_+ := \{f \in C^2_b(I) : f \geq 0\},\ C^2_+ := \{f \in C^2_b(I) : f'' \geq 0\}.$$

Let e_r, $r = 1,2,\ldots,k$ and a_r, $r = 0,1,2,\ldots,k$ be functions in $C^2_b(I)$, and let $P_u(v)$, $(u, v \in I)$ be defined as in (3.2). Assume $P_u(v)$ satisfies the following properties (P.1), (P.2) and :

(P.3) There exists a positive constant S_0 such that $P''_u(v) \geq S_0$ for all u,v ∈ I (where the derivative is taken with respect to v).

Under these conditions, we now establish a Korovkin-type approximation theorem for linear operators that are not necessarily positive.

Theorem 4.1: Let $\mathcal{A} := (A^{(i,j)}) = (a^{(i,j)}_{k,l,m,n})$, ρ and σ_r be as in Theorem 3.1 and e_r, a_r, $r = 0,1,2,\ldots,k$ and $P_u(v)$, $u, v \in I$, satisfy the properties (P.1), (P.2) and (P.3). Consider a double sequence $\boldsymbol{T} = (T_{m,n})$ of linear operators with $T_{m,n}(C_+ \cap C^2_+) \subset C_+$ for all $m, n \in \mathbb{N}$.

(a) Modular Convergence Case: If $(A_{k,l,i,j}^{\boldsymbol{T}} e_r)$ is P_p^2-statistically relatively modularly convergent to e_r, to the scale function σ_r, $r = 0,1,2,\ldots,k$, in $L^\rho(G)$ then $(A_{k,l,i,j}^{\boldsymbol{T}} f)$ is P_p^2-statistically relatively modularly convergent to f in $L^\rho(G)$ for every $f \in C_b^2(I)$, where $\sigma(u) = max\{|\sigma_r(u)| : r = 0,1, \ldots, k\}$.

(b) Strong Convergence Case: If $(A_{k,l,i,j}^{\boldsymbol{T}} e_r)$ is P_p^2-statistically relatively strongly convergent to e_r to the scale function σ_r, $r = 0,1,2,\ldots,k$, in $L^\rho(G)$ then $(A_{k,l,i,j}^{\boldsymbol{T}} f)$ is P_p^2-statistically relatively strongly convergent to f in $L^\rho(G)$ for every $f \in C_b^2(I)$ with $\sigma(u)$ defined as in (a).

(c) Absolute Continuous Case: If, in addition, ρ is absolutely continuous, $\boldsymbol{T} = (T_{m,n})$ satisfies the property (3.1) and $(A_{k,l,i,j}^{\boldsymbol{T}} e_r)$ is P_p^2-statistically relatively strongly convergent to e_r to the scale function σ_r, $r = 0,1,2,\ldots,k$, in $L^\rho(G)$ then $(A_{k,l,i,j}^{\boldsymbol{T}} f)$ is P_p^2-statistically relatively modularly convergent to f in $L^\rho(G)$ for every $f \in D \cap L^\rho(G)$ satisfying with $f - C_b(G) \subset G_{\boldsymbol{T}}$ where $\sigma(u)$ defined as in (a).

Proof: Let $f \in C_b^2(I)$. Since f is uniformly continuous and bounded on I, for any $\varepsilon > 0$ satisfying $0 < \varepsilon \leq 1$, there exists a $\delta > 0$ such that $|f(u) - f(v)| \leq \varepsilon$ whenever $u, v \in I$, $|u - v| \leq \delta$. Let $P_u(v)$, $u, v \in I$, be defined as in (3.2) and let $\eta > 0$ be associated to δ, according to condition (P.2). As in Theorem 3.1, for every $\beta \geq 1$ and $u, v \in I$, we have

$$-\varepsilon - \frac{2M}{\eta} P_u(v) \leq f(u) - f(v) \leq \varepsilon + \frac{2M}{\eta} P_u(v) \tag{4.1}$$

where $M := \sup_{v \in I} |f(v)|$. From (4.1) it follows that

$$h_{1,\beta}(v) := \varepsilon + \frac{2M\beta}{\eta} P_u(v) + f(v) - f(u) \geq 0, \tag{4.2}$$

$$h_{2,\beta}(v) := \varepsilon + \frac{2M\beta}{\eta} P_u(v) - f(v) + f(u) \geq 0. \tag{4.3}$$

Let H_0 satisfy (P3). For each $v \in I$, we get

$$h_{1,\beta}''(v) \geq \frac{2M\beta H_0}{\eta} + f''(v), \quad h_{2,\beta}''(v) \geq \frac{2M\beta H_0}{\eta} - f''(v).$$

Since f'' is bounded on I, we can select $\beta \geq 1$ such that $h''_{1,\beta}(v) \geq 0$, $h''_{2,\beta}(v) \geq 0$ for all $v \in I$. Consequently $h_{1,\beta}, h_{2,\beta} \in C_+ \cap C_+^2$ and then, by hypothesis

$$A^T_{k,l,i,j}(h_{\kappa,\beta}; u) \geq 0 \text{ for all } i,j \in \mathbb{N},\ u \in I \text{ and } \kappa = 1,2. \tag{4.4}$$

From (4.2)-(4.4) and the linearity of $T_{m,n}$, we get

$$\varepsilon A^T_{k,l,i,j}(e_0; u) + \frac{2M\beta}{\eta} A^T_{k,l,i,j}(P_u; u) + A^T_{k,l,i,j}(f; u) - f(u)A^T_{k,l,i,j}(e_0; u) \geq 0,$$

$$\varepsilon A^T_{k,l,i,j}(e_0; u) + \frac{2M\beta}{\eta} A^T_{k,l,i,j}(P_u; u) - A^T_{k,l,i,j}(f; u) + f(u)A^T_{k,l,i,j}(e_0; u) \geq 0,$$

thus,

$$-\varepsilon A^T_{k,l,i,j}(e_0; u) - \frac{2M\beta}{\eta} A^T_{k,l,i,j}(P_u; u) \leq f(u)A^T_{k,l,i,j}(e_0; u) - A^T_{k,l,i,j}(f; u) \leq \varepsilon A^T_{k,l,i,j}(e_0; u) + \frac{2M\beta}{\eta} A^T_{k,l,i,j}(P_u; u).$$

Proceeding similarly to the proof of Theorem 3.1, multiplying the inequality by $\frac{1}{|\sigma(u)|}$, applying the modular ρ and considering $m,n \in \mathbb{N}$, we obtain the assertion of the first part.

The other parts can be proved similarly as in the proofs of Theorem 3.1 and Theorem 3.2.

5. REFERENCES

[1] Anastassiou G. A. and Duman O. Towads intelligent modeling: Statistical approximation theory, Intelligent System Reference Library 14, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2011.

[2] Bardaro, C., Mantellini, I. (2006). Approximation properties in abstract modular spaces for a class of general sampling-type operators. *Applicable Analysis*, 85(4), 383-413. https://doi.org/10.1080/00036810500380332

[3] Bardaro C., Boccuto A., Demirci K., Mantellini I., Orhan S. (2015). Korovkin-type theorems for modular $\Psi - A$-statistical convergence, *J. Funct. Spaces.*, Article ID 160401, 2015, 11. https://doi.org/10.1155/2015/160401

[4] Bardaro C., Boccuto A., Dimitriou X. and Mantellini I. (2013). Abstract Korovkin type theorems in modular spaces and applications, *Cent. Eur. J. Math.*, 11(10), 1774-1784.

[5] Bardaro, C. and Mantellini, I. (2007). Korovkin's theorem in modular spaces, *Commentationes Math*., 47, 239-253.

[6] Bardaro, C., Musielak,J., Vinti,G. (2003). Nonlinear integral operators and applications, de Gruyter Series in Nonlinear Analysis and Appl. Vol., 9 Walter de Gruyter Publ., Berlin.

[7] Bardaro, C. and Mantellini, I. (2009). A Korovkin Theorem in multivariate modular function spaces, *J. Funct. Spaces Appl.*, 7, 105-120. https://doi.org/10.1155/2009/863153

[8] Baron, S., Stadtmuller, U. (1997). Tauberian theorems for power series methods applied to double sequences, *J. Math. Anal. Appl.*, 211(2), 574-589. https://doi.org/10.1006/jmaa.1997.5473

[9] Boccuto, A. and Dimitriou, X. (2016). Korovkin-type theorems for abstract modular convergence, *Results in Mathematics*, 69, 477-495. https://doi.org/10.1007/s00025-016-0536-9

[10] Çakan, C., and Altay, B. (2006). Statistically boundedness and statistical core of double sequences. *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, 317(2), 690-697. https://doi.org/10.1016/j.jmaa.2005.06.006

[11] Demirci K., Orhan S. (2017). Statistical relative approximation on modular spaces. *Results in Mathematics*, 71, 1167--1184. https://doi.org /10.1007/s00025-016-0548-5

[12] Demirci, K., Orhan, S., Kolay, B. (2018). Statistical Relative *A*-Summation Process for Double Sequences on Modular Spaces, *RACSAM*, 112:1249-1264. https://doi.org/10.1007/s13398-017-0418-3

[13] Demirci, K., Kolay, B. (2016). *A*-Statistical Relative Modular Convergence of Positive Linear Operators, *Positivity*, 21, 847-863. https://doi.org/10.1007/s11117-016-0434-0.

[14] Dirik, F., Yildiz, S., Demirci, K. (2019). Abstract Korovkin theory for double sequences via power series method in modular spaces, *Oper. Matrices*, 13(4), 1023-1034. https://doi.org/10.7153/oam-2019-13-71

[15] Fast, H. (1951). Sur la convergence statistique, *Colloq, Math*., 2, 241-244.

[16] Fridy, J. and Orhan, C. (1997). Statistical limit superior and limit inferior. *Proceedings of the American mathematical society*, 125(12), 3625-3631. https://doi.org/10.1090/S0002-9939-97-04000-8

[17] Karakuş, S., Demirci, K., Duman, O. Statistical approximation by positive linear operators on modular spaces. *Positivity*, 14 (2010), 321-334. https://doi.org/10.1007/s11117-009-0020-9

[18] Korovkin, P.P. (1960). Linear Operators and Approximation Theory, Hindustan Publ. Co., Delhi.

[19] Kozlowski W. M. (1988). Modular function spaces, *Pure Appl. Math.*, Vol. 122, Marcel Dekker, Inc., New York.

[20] Kuratowski K. (1966/1968). Topology, Volls I and II, Academic Press, New York-London.

[21] Mantellini I. (1998). Generalized sampling operators in modular spaces, *Commentationes Math*., 38, 77-92.

[22] Móricz, F. (2003). Statistical convergence of multiple sequences. *Archiv der Mathematik*, 81, 82-89. https://doi.org/10.1007/s00013-003-0506-9

[23] Móricz, F., and Rhoades, B. E. (1988). Almost convergence of double sequences and strong regularity of summability matrices. *In Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society, Cambridge University Press,* 104(2), 283-294. https://doi.org/10.1017/S0305004100065464

[24] Musielak, J. (1983). Orlicz spaces and modular spaces, *Lecture Notes in Mathematics*, Vol. 1034 Springer-Verlag, Berlin.

[25] Musielak J. (1993). Nonlinear approximation in some modular function spaces I, *Math. Japon.* 38, 83-90.

[26] Orhan S., Demirci K. (2015). Statistical approximation by double sequences of positive linear operators on modular spaces, *Positivity,* 19, 23-36. https://doi.org/10.1007/s11117-014-0280-x

[27] Orhan, S. and Kolay, B. (2018). Korovkin type approximation for double sequences via statistical $\mathcal{A}$-summation process on modular spaces, *Studia Universitatis Babes-Bolyai Mathematica,* 63(1), 125-140. https://doi.org/10.24193/subbmath.2018.1.08

[28] Patterson, R.F., Savaş, E. (2007). Uniformly summable double sequences, *Studia Scientiarum Mathematicarum Hungarica*, 44, 147-158. https://doi.org/10.1556/sscmath.2006.1009

[29] Pringsheim, A. (1900). Zur theorie der zweifach unendlichen zahlenfolgen. *Math. Ann.*, 53, 289-321.

[30] Savaş, E., Rhoades, B.E. (2007). Double summability factor theorems and applications. *Math. Inequal. Appl.,* 10, 125--149.

[31] Steinhaus, H. (1951). Sur la convergence ordinaire et la convergence asymptotique. *In Colloq. Math.,* 2(1), 73-74.

[32] Ünver, M., Orhan, C. (2019). Statistical convergence with respect to power series methods and applications to approximation theory, *Numerical Functional Analysis and Optimization*, 40(5), 535-547. https://doi.org/10.1080/01630563.2018.1561467

[33] Yıldız, S. (2020). Abstract versions of Korovkin theorems on modular spaces via statistical relative summation process for double sequences. *Tbilisi Mathematical Journal*, 13(1), 139-156. https://doi.org/10.32513/tbilisi/1585015226

[34] Yıldız, S. (2021). F-Relative $\mathcal{A}$-Summation Process for Double Sequences and Abstract Korovkin Type Theorems. *Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics,* 50(4), 1047-1062. https://doi.org/10.15672/hujms.796762

[35] Yıldız, S., Demirci, K. and Dirik, F. (2022). Korovkin theory via P_p-statistical relative modular convergence for double sequences, *Rend. Circ. Mat. Palermo, II. Ser.,* 72, 1125-1141. https://doi.org/10.1007/s12215-021-00681-z

[36] Yilmaz, B., Demirci, K., Orhan, S. (2016). Relative Modular Convergence of Positive Linear Operators, *Positivity*, 20, 565-577. https://doi.org/10.1007/s11117-015-0372-2

EVALUATION OF INFRASTRUCTURE WORKS IN THE NATURAL GAS DISTRIBUTION SECTOR IN TERMS OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY

DOĞAL GAZ DAĞITIM SEKTÖRÜNDEKİ ALTYAPI ÇALIŞMALARININ İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Handan ŞENGÜL ÇAKI[1], Özgü BAYRAK[2]

[1]İş Güvenliği Uzmanı, Başkent Doğalgaz Dağıtım GYO A.Ş., 0009-0001-7205-9664

[2]Dr. Öğr. Üyesi, İzmir Bakırçay Üniversitesi, 0000-0002-9031-4980

Özet

Doğalgaz dağıtım sektörü, ülke genelinde enerji temini açısından kritik bir öneme sahiptir. Ancak, bu sektörün altyapı çalışmaları, özellikle iş sağlığı ve güvenliği açısından önemli riskler taşımaktadır. Bu risklerin yönetilmesi, iş kazalarının önlenmesi ve çalışanların güvenliğinin sağlanması için çeşitli önlemler alınması gerekmektedir. Araştırma, doğal gaz dağıtım sektöründeki altyapı çalışmalarının iş sağlığı ve güvenliği (İSG) yönünden değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Çalışmaların öncesi hazırlık aşaması ve çalışma esnasında karşılaşılan tehlike ve riskler göz önünde bulundurularak, İSG uygulamaları, alınması gereken önlemler ve öneriler ortaya konmuştur. Araştırma kapsamında üç farklı lokasyonda yapılan kazı çalışmaları ele alınmış ve İSG açısından değerlendirilmiştir. Çevre emniyeti, iş ekipmanlarının güvenli kullanımı ve kişisel koruyucu donanımların durumu incelenmiş, iş kazalarına yol açabilecek durumlar belirlenmiştir. Check-List yöntemiyle yapılan değerlendirmede, her saha için tespit edilen uygunsuzluklar karşılaştırılarak öneriler geliştirilmiştir. Çalışma alanlarındaki riskler farklılık göstermektedir. Örneğin, trafik yoğunluğu olan lokasyonlarda trafik kazası riski yüksekken, mesken içi çalışmalarda bu risk yoktur. Ayrıca, yaya yoğunluğunun fazla olduğu sahalarda yaya köprüsü kullanımı önerilmiştir. 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'na göre yapılan değerlendirmede, tehlikeli durum ve davranışlar her alanda farklılık göstermektedir. Kişisel koruyucu donanım kullanımı ise tüm sahalarda gereklidir. Araştırma, İSG eğitiminin tamamlanması, ekipman kontrollerinin yapılması ve yetkin kişilerin sahada bulunması gibi öneriler sunmuştur. Ayrıca, İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile ilgili yönetmeliklere uygunluk önemsenmiştir.

Anahtar kelimeler: İş sağlığı ve güvenliği, doğalgaz, altyapı, Check-list metodu

Abstract

The natural gas distribution sector is of critical importance in terms of energy supply throughout the country. However, the infrastructure works of this sector carry significant risks, especially in terms of occupational health and safety. Various measures should be taken to manage these risks, prevent occupational accidents and ensure the safety of employees. The research aims to evaluate the infrastructure works in the natural gas distribution sector in terms of occupational health and safety (OHS). Considering the preparation phase before the works and the hazards and risks encountered during the works, OHS practices, precautions to be taken and suggestions were presented. Within the scope of the research, excavation works carried out in three different locations were taken into consideration and evaluated in terms of OHS. Environmental safety,

safe use of work equipment and the status of personal protective equipment were examined and situations that could lead to occupational accidents were determined. In the evaluation made with the check-list method, suggestions were developed by comparing the nonconformities detected for each site. The risks in the work areas vary; for example, while the risk of traffic accidents is high in locations with heavy traffic, this risk is not present in residential works. In addition, the use of pedestrian bridges was suggested in areas with high pedestrian density. In the assessment made according to the Occupational Health and Safety Law No. 6331, dangerous situations and behaviors differ in each field. The use of personal protective equipment is required in all fields. The research has offered suggestions such as completion of OHS training, equipment checks and the presence of competent people in the field. In addition, compliance with the regulations related to the Occupational Health and Safety Law has been emphasized.

Keywords: Occupational Health and Safety, Natural Gas, Infrastructure, Checklist Method

1.GİRİŞ

Doğal gaz, yer kabuğunun derinliklerinde oluşan fosil kaynaklı yanıcı bir gaz karışımıdır. Başlıca bileşeni metan (CH_4) olan doğal gaz; etan (C_2H_6), propan (C_3H_8), bütan (C_4H_{10}) gibi hafif hidrokarbonları ve eser miktarda karbondioksit, azot, helyum ve hidrojen sülfür gibi diğer gazları da içerir (BOTAŞ, 2025). Doğal halde renksiz ve kokusuz olan bu gaz, havadan hafiftir ve yüksek oranda yanıcıdır (BOTAŞ, 2025). Yakıt olarak önemi oldukça büyüktür – dünya enerji tüketiminde petrolden sonra ikinci sırada yer alır ve temiz yanması nedeniyle günümüzde konutlarda ısınma, pişirme ev sıcak su eldesi; sanayide ve enerji santrallerinde elektrik üretimi gibi çeşitli amaçlarla yaygın olarak kullanılmaktadır (International Energy Agency [IEA], 2021). Kimyasal özellikleri gereği doğal gazın tutuşma sıcaklığı yaklaşık 590-650 °C arasındadır ve havayla hacimce %5–15 oranında karıştığında patlayıcı bir karışım oluşturmaktadır (Yalçın, 2016). Bu sebeple, doğal gaz şebekelerinde olası sızıntıların insanlar tarafından hemen fark edilebilmesi için gaz, kullanıcılara ulaştırılmadan önce koku verici bir madde olan THT (tetrahidrotiofen) ile kokulandırılır (BOTAŞ, 2025).

Doğal gazın kaynağından son kullanıcıya ulaştırılması, kapsamlı bir altyapı ve lojistik faaliyeti içerir. Yeraltı rezervuarlarından çıkarıldıktan sonra içeriğindeki safsızlıklardan arındırılan gaz, önce yüksek basınçlı iletim hatları ile tüketim merkezlerine taşınır. Burada basıncı düşürülerek şehir içi dağıtım hatlarına aktarılır. Şehir içi şebekelerden de servis hatları aracılığıyla son kullanıcıya kadar ulaşır (IEA, 2021).

Türkiye'de doğal gaz sektörü, 1987 yılında Sovyetler Birliği'nden ithalat ile başlamış; sonraki dönemlerde Cezayir, Nijerya, İran ve Rusya gibi ülkelerle yapılan anlaşmalarla çeşitlendirilmiştir. 2001 yılında çıkarılan 4646 sayılı Doğal Gaz Piyasası Kanunu ile sektörde rekabeti artıracak düzenlemeler yapılmış, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) kurularak şehir içi dağıtım hizmetleri özelleştirilmiştir (Resmî Gazete, 2001). BOTAŞ halen ulusal iletim hattını işletmekte ve çoğu gaz ithalatını gerçekleştirmektedir. 2023 yılı itibariyle Türkiye genelinde 81 il merkezi ile 836 yerleşim yerine doğal gaz ulaştırılmıştır (ETKB, 2024)

Şehir içi doğal gaz dağıtım altyapısı, çelik ve polietilen boruların kazı yoluyla yerleştirilmesini gerektirir. Bu süreçte derin hendekler, iş makineleri, trafikli alanlar ve mevcut altyapılar (su, elektrik vb.) ile temas gibi risk unsurları bulunur. Göçük, iş makinesi kazası, gaz kaçağı, yangın, patlama ve trafik kazaları bu iş kolunda görülebilecek önemli iş kazalarındandır (Yalçın, 2016). Dolayısıyla, dağıtım altyapı çalışmalarında iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları kritik bir öneme sahiptir.

Türkiye'de bu alandaki yasal çerçeve, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile belirlenmiştir. Kanun, tüm çalışanları kapsayacak şekilde işverenlerin risk değerlendirmesi yapmasını, kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanımını temin etmesini, çalışanları eğitmesini ve tehlikeleri önleyici tedbirler almasını zorunlu kılmaktadır (Resmî Gazete, 2012). Altyapı şirketleri ayrıca EPDK tarafından belirlenen teknik ve emniyet standartlarına da uymak zorundadır. Bunlar içinde kullanılan boruların sertifikalı olması, kaynak işlemlerinin yetkili personelce yapılması ve şebekenin basınç testlerinin tamamlanması gibi hususlar yer alır (Yalçın, 2016).

Ancak Türkiye'de inşaat sektörü genel olarak iş kazalarının en fazla görüldüğü alanlardan biridir. Her yıl ortalama ölümle sonuçlanan iş kazaların üçte birinden fazlası bu sektörde meydana gelmektedir (Güllüoğlu, 2019). Bu durum, doğal gaz altyapısı gibi inşaat içeren çalışmalarda iş güvenliği uygulamalarının sürekli geliştirilmesini gerekli kılmaktadır.

Doğalgaz dağıtım işlerinde özellikle altyapı çalışmalarının gerçekleştiği zaman dilimlerinde kazaların daha yoğun miktarda meydana geldiği yapılan araştırmalar sonucunda belirlenmiştir (Uçar, 2018). Literatür araştırmalarına göre altyapı çalışmalarında kullanılan iş ekipmanlarının, teknik emniyet malzemelerinin olumsuz ya da eksik kaldığı durumlarda riskler doğuracağı üzerinde durulmuştur (Taş, 2021, Mursid v.d., 2023).

Bu araştırmada, doğal gaz dağıtım sektöründeki altyapı çalışmalarının iş sağlığı ve güvenliği (İSG) açısından değerlendirilmesi amaçlanmış; sahaya başlanmadan önce alınan önlemler, çalışma sürecinde karşılaşılabilecek riskler ve İSG uygulamaları incelenmiştir. Üç farklı sahada yürütülen çalışmalarda, özellikle çalışma alanlarındaki koşulların farklılık göstermesi sayesinde daha etkili ve gerçekçi analizler yapılmıştır. Çalışmalarda check-list yöntemi kullanılmış; bu yöntemin kolay uygulanabilir ve uygunsuzluklara hızlı çözüm sunabilmesi nedeniyle tercih edildiği belirtilmiştir. Kullanılan iş ekipmanları ile kazı çevresindeki teknik emniyet malzemelerinin miktar ve gerekliliği sahaya özgü olarak tespit edilmiştir. İncelemeler, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve ilgili yönetmeliklere dayandırılmış; güvenli ekipman kullanımı ve kazı alanlarındaki teknik önlemler açısından mevzuatla uyumlu değerlendirmeler yapılmıştır. Trafiğe açık alanlarda ekipman ihtiyacının artmasıyla birlikte iş yükü ve kaza riskinin yükseldiği, buna karşılık trafiğe kapalı alanlarda bu risklerin azaldığı gözlemlenmiştir.

2. YÖNTEM

Araştırmada, doğal gaz dağıtım sektöründeki altyapı çalışmaları çerçevesinde yürütülen iş ve işleyişler kapsamında; kazı, yol ve zemin güvenliğinin sağlanması, uygun iş ekipmanlarının kullanılması ve kullanılan KKD'lerin yeterliliği ile ilgili doğru tercihlerde ve uygulamalarda bulunulup bulunulmadığının belirlenmesine yönelik olarak, risk metodolojileri içerisinde değerlendirilen "Check–List Yöntemi ya da Birincil Risk Analizi (Preliminary Risk Analysis – PRA)" kullanılması söz konusudur. Yapılan çalışmalarda hangi tehlikelere ve risklere sıklıkla maruz kalındığına ve buna yönelik olarak da hangi İSG uygulamalarının gerçekleştirilmesi gerektiğine ilişkin doğru tespitler yapılabilmektedir. Check–List Yöntemi; herhangi bir sektörde yürütülen iş ve işleyişlere ilişkin tehlikelerin ve risklerin belirlenmesi ile risk analizleri yapılabilmesini ve maruz kalınabilecek iş kazalarına yönelik önlemler alınabilmesini olanaklı kılan sistematik bir yöntemi ifade etmektedir. Belirtilen yöntem ile, iş ve işleyişlere yönelik olayların tanımlanması amacıyla soruları sorulmakta ve sorular "Evet", "Hayır" ve "Gereksiz" şeklinde değerlendirme yapılarak cevaplandırılmaktadır.

Doğal gaz dağıtım sektöründeki altyapı çalışmalarına başlanmadan önce ve çalışmaların yürütülmesi sürecinde Check–List Yöntemi'nin kullanılması ve bu doğrultuda çalışmaların

kapsamının ve niteliğinin gereği gibi değerlendirilebilmesine yönelik check–list (kontrol listesi) hazırlanması; çalışmalar kapsamında maruz kalınabilecek tehlikelerin, risklerin ve iş kazalarının minimize edilebilmesi ve konu ile ilgili önlemler alınabilmesi açısından önem taşımaktadır.

Araştırmada, çalışma ortamının ve koşullarının iyileştirilmesine yönelik olarak 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, 25.04.2013 tarih ve 28628 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği ve 05.10.2013 tarih ve 28786 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği ile hükme bağlanan esaslar ve doğal gaz dağıtım sektöründeki altyapı çalışmalarında maruz kalınabilecek tehlikeler, riskler ve iş kazaları gözetilerek ile konu ile ilgili alınması gereken önlemler incelenerek ve her araştırma sahası için ayrı ayrı olacak şekilde, "Doğal Gaz Dağıtım Sektöründeki Altyapı Çalışmalarının İş Sağlığı ve Güvenliği Yönünden Değerlendirilmesi Check–List" hazırlanması söz konusudur.

Araştırma kapsamında incelenecek olan araştırma sahalarına bağlı olarak; "Doğal Gaz Dağıtım Sektöründeki Altyapı Çalışmalarının İş Sağlığı ve Güvenliği Yönünden Değerlendirilmesi Check–List: Araştırma Sahası 1 – Ankara İli Etimesgut İlçesi Şaşmaz Mahallesi", "Araştırma Sahası 2 – Ankara İli Çankaya İlçesi Adakale Sokak" ve "Araştırma Sahası 3 – Ankara İli Çankaya İlçesi Yücetepe Mahallesi" olmak üzere üç ayrı check–list hazırlanmıştır.

Araştırmacılar tarafından "Doğal Gaz Dağıtım Sektöründeki Altyapı Çalışmalarının İş Sağlığı ve Güvenliği Yönünden Değerlendirilmesi Check–List" hazırlanması sürecinde, altyapı çalışmalarının yürütülmesinde maruz kalınabilecek tehlikelerin, risklerin ve iş kazalarının göz önünde bulundurulması söz konusudur. Bu temelde çalışanların/sivil vatandaşın maruz kalabileceği tehlikeler, riskler ve iş kazaları, Check–List hazırlanması sürecinde gözetilen temel etmenler aşağıda verildiği gibi ifade edilebilmektedir:

- Doğal gaz dağıtım sektöründeki altyapı çalışmalarının yürütülmesi sürecinde kullanılan araç – gereç, ekipman ve/veya iş makinelerinden kaynaklanabilen tehlikeler, riskler ve iş kazaları;
- Çalışma sahasının fiziki çevre özelliklerinden kaynaklanabilen tehlikeler, riskler ve iş kazaları,
- Çalışma sahasında görev yapan personelin tehlike ve risk içeren davranışlar sergilemesinden kaynaklanabilen tehlikeler, riskler ve iş kazaları,
- Çalışma sahasında görev yapan personelin uygun KKD kullanmamasından kaynaklanabilen tehlikeler, riskler ve iş kazaları.

"Doğal Gaz Dağıtım Sektöründeki Altyapı Çalışmalarının İş Sağlığı ve Güvenliği Yönünden Değerlendirilmesi Check–List: Araştırma Sahası 1 – Ankara İli Etimesgut İlçesi Şaşmaz Mahallesi", aşağıda verilen kontrol maddelerinden oluşmaktadır:

1) Çalışma sahasının çevresine alan perdesi / şerit çekilmiş mi?
2) Şev açısı uygun mu?
3) Elektrik kablolarında hasar var mı?
4) Asfalt kesme makinesinin hareketli bölmelerinde koruyucu mevcut mu?
5) Trafik yönlendirme işaretleri var mı?
6) Kazı alanı dubalar ile çevrilmiş mi? Duba sayısı yeterli mi?
7) Bilgilendirme ve uyarı levhaları mevcut mu? (trafik yönlendirme, çalışma var, girilmez levhaları vb.)
8) Elektrikli ekipmanlarda hasar var mı?
9) Tranşe kenarında yürüme yolu oluşturulmuş mu?

10) Mesken ve/veya dükkân önlerinde güvenli geçişler için köprü kullanılıyor mu?
11) Kişisel koruyucu donanımlar tam olarak kullanılıyor mu?
12) İş makinelerinin geri sinyalizasyon sistemleri çalışıyor mu?

"Doğal Gaz Dağıtım Sektöründeki Altyapı Çalışmalarının İş Sağlığı ve Güvenliği Yönünden Değerlendirilmesi Check–List: Araştırma Sahası 2 – Ankara İli Çankaya İlçesi Adakale Sokak", aşağıda verilen kontrol maddelerinden oluşmaktadır:

1) Çalışma sahasının çevresine alan perdesi / şerit çekilmiş mi?
2) Şev açısı uygun mu?
3) Elektrik kablolarında hasar var mı?
4) Asfalt kesme makinesinin hareketli bölmelerinde koruyucu mevcut mu?
5) Spiral taşının koruması mevcut mu?
6) Trafik yönlendirme işaretleri var mı?
7) Kazı alanı dubalar ile çevrilmiş mi? Duba sayısı yeterli mi?
8) Bilgilendirme ve uyarı levhaları mevcut mu? (trafik yönlendirme, çalışma var, girilmez levhaları vb.)
9) Elektrikli ekipmanlarda hasar var mı?
10) Tranşe kenarında yürüme yolu oluşturulmuş mu?
11) Yayaların güvenli geçişleri için köprü kullanılıyor mu?
12) Kişisel koruyucu donanımlar tam olarak kullanılıyor mu?
13) İş makineleri için güvenli bölge oluşturulmuş mu?
14) Yayaların geçişleri için güvenli yol oluşturulmuş mu?

Doğal Gaz Dağıtım Sektöründeki Altyapı Çalışmalarının İş Sağlığı ve Güvenliği Yönünden Değerlendirilmesi Check–List: Araştırma Sahası 2 – Ankara İli Çankaya İlçesi Yücetepe Mahallesi", aşağıda verilen kontrol maddelerinden oluşmaktadır:

1) Çalışma sahasının çevresine alan perdesi çekilmiş mi?
2) Şev açısı uygun mu?
3) Elektrik kablolarında hasar var mı?
4) Asfalt kesme makinesinin hareketli bölmelerinde koruyucu mevcut mu?
5) Trafik yönlendirme işaretleri var mı?
6) Kazı alanı dubalar ile çevrilmiş mi? Duba sayısı yeterli mi?
7) Bilgilendirme ve uyarı levhaları mevcut mu? (trafik yönlendirme, çalışma var, girilmez levhaları vb.)
8) Elektrikli ekipmanlarda hasar var mı?
9) Tranşe kenarında yürüme yolu oluşturulmuş mu?
10) Yayaların güvenli geçişleri için köprü kullanılıyor mu?
11) Kişisel koruyucu donanımlar tam olarak kullanılıyor mu?
12) İş makineleri için güvenli bölge oluşturulmuş mu?
13) Yayaların geçişleri için güvenli yol oluşturulmuş mu?
14) Hilti ile çalışma esnasında yüz siperi kullanılıyor mu?
15) Kullanım dışındaki iş ekipmanları uygun yere kaldırılmış mı?

3. BULGULAR

3.1. Doğal Gaz Altyapı Çalışmaları Gerçekleştirilen Araştırma Sahası ile İlgili İSG Önlemleri

Bu araştırma kapsamında, doğal gaz altyapı çalışmalarının gerçekleştirildiği üç farklı saha;

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, "İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği" ile "Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği" çerçevesinde, alınması gereken iş sağlığı ve güvenliği (İSG) önlemleri dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme sürecinde ayrıca, sahalardaki mevcut elektrik, su ve kanalizasyon altyapısı da göz önünde bulundurulmuştur. Çalışma alanları; kazı, yol ve zemin güvenliğinin sağlanması, uygun iş ekipmanlarının kullanımı ve kişisel koruyucu donanımların (KKD) yeterliliği bağlamında analiz edilmiştir.

İSG önlemleri, aşağıdaki üç saha bazında incelenmiştir:

1. Trafik yoğunluğu yüksek ana arterlerde gerçekleştirilen kazı çalışmaları (Saha 1 – Ankara, Etimesgut, Şaşmaz Mahallesi),
2. Trafiğe kapalı, dar alanlar veya ara sokaklarda yapılan kazı çalışmaları (Saha 2 – Ankara, Çankaya, Adakale Sokak),
3. Mesken parsel sınırları içerisinde yürütülen kazı çalışmaları (Saha 3 – Ankara, Çankaya, Yücetepe Mahallesi).

Saha 1'de, yoğun trafik koşullarında gerçekleştirilen kazı çalışmaları sırasında, alanın şeritlerle bölünmesi, uygun sayıda uyarı levhası ve duba yerleştirilmesi gibi önlemler ön plandadır. Bu sahada çalışmanın gündüz saatlerinde yapılması trafik nedeniyle zorluk yaratırken, gece çalışmalarında ise görüş kısıtlılığı nedeniyle iş kazası riski artmaktadır. Bu nedenle, güvenli çalışma alanı oluşturulması, iş makinelerinin sinyal sistemlerinin çalışır durumda olması, yangın söndürme sistemlerinin ve ilk yardım ekipmanlarının bulundurulması gibi önlemlerin eksiksiz uygulanması gerekmektedir. Ayrıca, yer altı altyapılarının (elektrik, su, kanalizasyon) gözetilmesi ve ergonomik risklerin değerlendirilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu önlemlerin yetersizliği halinde; işitme ve görme kayıpları, tranşeye düşmeye bağlı yaralanmalar, elektrik çarpması, yangına müdahale yetersizliği ve kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları gibi çeşitli iş kazaları ve meslek hastalıkları meydana gelebilir.

Saha 2'de, trafiğe kapalı dar alanlarda yapılan kazı çalışmalarında, iş makineleri için güvenli bölge oluşturulması, aynı anda çalışan makinelerin koordinasyonu için gözlemci bulundurulması, yaya platformlarının kurulması ve KKD kullanımının sağlanması temel İSG önlemlerindendir. Alanın sınırlı olması nedeniyle çalışma hem zorlaşmakta hem de daha hızlı tamamlanma baskısı nedeniyle dikkatsizlik artmaktadır. Bu durum, başta göz ve kulak hasarları olmak üzere fiziksel yaralanmalara yol açabilecek kazaların oluşma riskini artırmaktadır.

Saha 3'te, mesken parsel sınırları içindeki çalışmalar sırasında özellikle elektrik kaynaklı tehlikelere karşı önlem alınması gerekmektedir. Uzatma kablolarının doğru konumlandırılması, kullanılmayan elektrikli araçların prizde bırakılmaması, uygun KKD ve teknik ekipman kullanımının sağlanması ve ergonomik risklerin kontrolü bu alanda öncelikli güvenlik konularıdır. İSG önlemlerinin ihmal edilmesi durumunda; elektrik çarpması, işitme-görme kayıpları ve kas-iskelet sistemi hastalıkları gibi riskler ortaya çıkabilir.

Sonuç olarak, üç farklı çalışma sahasında yapılan değerlendirmeler, sahaya özgü İSG önlemlerinin hem nitelik hem de nicelik bakımından farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Her bir alanın kendine özgü riskleri bulunmakta olup, bu risklerin etkili bir şekilde yönetilmesi için saha koşullarına uygun, mevzuata dayalı ve sistematik İSG uygulamalarının hayata geçirilmesi gerekmektedir.

Tablo 1 Doğal gaz altyapı çalışmaları gerçekleştirilen araştırma sahası ile ilgili İSG önlemleri

Araştırma sahasında doğalgaz altyapı çalışmalarının başlatılmasından önce alınan İSG önlemleri	**Araştırma sahasında doğalgaz altyapı çalışmalarının yürütülmesi sürecinde alınan İSG ile ilgili önlemler**
1) Trafiğe açık alanda yönlendirme işaretlerinin kullanılması.	**1)** Asfalt kesme makinesi ile çalışılması sürecinde koruyucu kulaklık kullanılmasının sağlanması.
2) "Girilmez" ve "Çalışma Var" uyarı levhalarının uygun yerlerde konumlandırılması.	**2)** Araç – gereçler, ekipmanlar ve iş makineleri için güvenli bölge oluşturulması.
3) Kazı alanının alan perdesi ya da şerit ile çevrelenmesi.	**3)** Yaya geçişleri için yaya geçiş platformu kullanılması.
4) Kullanılacak olan iş ekipmanlarının doğruluğunun teyit edilmesi.	
5) Uygun KKD kullanılmasının sağlanması.	

3.2. Doğal Gaz Altyapı Çalışmalarının Gerçekleştirildiği Sahaya Yönelik İş Güvenliği Analizi

Her 3 çalışma sahasının sahip olduğu koşullar değerlendirildiğinde, kullanılan Check–List metoduyla İSG yönünden farklı sonuçlar ortaya çıkmıştır. Uygulanan metot sonrası yapılan karşılaştırmalarla, öneriler sunulmuştur.

Tablo 2 Doğal gaz dağıtım sektöründeki altyapı çalışmalarının iş sağlığı ve güvenliği yönünden değerlendirilmesi check–list: araştırma sahası 1 – Ankara İli Etimesgut İlçesi Şaşmaz Mahallesi

Kontrol Maddeleri	**Evet**	**Hayır**	**Gereksiz**	**Öneriler**
1) Çalışma sahasının çevresine alan perdesi / şerit çekilmiş mi?	✓			
2) Şev açısı uygun mu?			✓	Kazı derinliği şev için gerekli değildir.
3) Elektrik kablolarında hasar var mı?				Elektrik kablosu kullanılmamaktadır.
4) Asfalt kesme makinesinin hareketli bölmelerinde koruyucu mevcut mu?	✓			
5) Trafik yönlendirme işaretleri var mı?	✓			
6) Kazı alanı dubalar ile çevrilmiş mi? Duba sayısı yeterli mi?	✓			Duba sayısının yetersiz olduğu ve artırılması gerektiği belirlenmektedir.
7) Bilgilendirme ve uyarı levhaları mevcut mu? (trafik yönlendirme, çalışma var, girilmez levhaları vb.)	✓			Ana yolun her iki tarafında da bilgilendirme ve uyarı levhası konumlandırıldığı belirlenmektedir.

8) Elektrikli ekipmanlarda hasar var mı?				Elektrikli ekipman kullanılmadığı belirlenmektedir.
9) Tranşe kenarında yürüme yolu oluşturulmuş mu?	✓			
10) Mesken ve/veya dükkân önlerinde güvenli geçişler için köprü kullanılıyor mu?	✓			
11) Kişisel koruyucu donanımlar tam olarak kullanılıyor mu?	✓			
12) İş makinelerinin geri sinyalizasyon sistemleri çalışıyor mu?	✓			

Doğal gaz dağıtım altyapı çalışmaları kapsamında Ankara İli Etimesgut İlçesi Şaşmaz Mahallesi'ndeki kazı çalışmasının yürütülmesi sürecinde; asfalt kesme makinesinin hareketli bölmelerinde koruyucuların mevcut olması, trafik yönlendirme işaretlerinin uygun yerde ve sayıda konumlandırılması, kazı alanının dubalar ile çevrilmesi, bilgilendirme ve uyarı levhalarının (trafik yönlendirme, çalışma var, girilmez levhaları vb.) uygun yerde ve sayıda bulundurulması kişisel koruyucu donanımların doğru şekilde kullanılması ve iş makinelerinin geri sinyalizasyon sistemlerinin çalışır durumda olması neticesinde İSG önlemlerinin alındığı görülmektedir.

Tablo 3 Doğal gaz dağıtım sektöründeki altyapı çalışmalarının iş sağlığı ve güvenliği yönünden değerlendirilmesi check–list: Araştırma Sahası 2 – Ankara İli Çankaya İlçesi Adakale Sokak

Kontrol Maddeleri	**Evet**	**Hayır**	**Gereksiz**	**Öneriler**
1) Çalışma sahasının çevresine alan perdesi / şerit çekilmiş mi?		✓		
2) Şev açısı uygun mu?			✓	
3) Elektrik kablolarında hasar var mı?				Elektrik kablosu kullanılmamaktadır.
4) Asfalt kesme makinesinin hareketli bölmelerinde koruyucu mevcut mu?	✓			
5) Spiral taşının koruması mevcut mu?				Spiral taşı kullanılmamaktadır.
6) Trafik yönlendirme işaretleri var mı?	✓			
7) Kazı alanı dubalar ile çevrilmiş mi? Duba sayısı yeterli mi?	✓			
8) Bilgilendirme ve uyarı levhaları mevcut mu? (trafik yönlendirme, çalışma var, girilmez levhaları vb.)	✓			

9) Elektrikli ekipmanlarda hasar var mı?				Elektrikli ekipman kullanılmamaktadır.
10) Tranşe kenarında yürüme yolu oluşturulmuş mu?			✓	Tranşe boyu kısa olduğundan, yürüme yolu oluşturulması gerekliliği bulunmamaktadır.
11) Yayaların güvenli geçişleri için köprü kullanılıyor mu?			✓	Tranşe boyu kısa olduğundan, yayların güvenli geçişleri için köprü kullanılması gerekliliği bulunmamaktadır.
12) Kişisel koruyucu donanımlar tam olarak kullanılıyor mu?	✓			
13) İş makineleri için güvenli bölge oluşturulmuş mu?		✓		İş makinelerinin çalışma sahası güvenli bölge haline getirilmeli ve yetkili olmayan kişilerin alana girmeleri engellenmelidir.
14) Yayaların geçişleri için güvenli yol oluşturulmuş mu?		✓		Yayalar için güvenli yol oluşturulmalı ve yayalar, yürüme yolunu kullanmaları için yönlendirmelidir.

Tablo değerlendirildiğinde, asfalt kesme makinesinin hareketli bölmelerinde koruyucu mevcut olması, trafik yönlendirme işaretlerinin uygun yerde ve sayıda konumlandırılması, kazı alanının dubalarla çevrilmesi ve dubaların uygun yerde ve uygun sayıda konumlandırılması, bilgilendirme ve uyarı levhalarının (trafik yönlendirme, çalışma var, girilmez levhaları vb.) uygun yerde ve sayıda konumlandırılması ve kişisel koruyucu donanımların uygun şekilde kullanılması çerçevesindeki İSG önlemlerinin alındığı görülmektedir.

Bununla beraber, çalışma sahasının çevresine alan perdesi / şerit çekilmemesi, iş makineleri için güvenli bölge oluşturulmaması ve yayaların geçişleri için güvenli yol oluşturulmaması çerçevesindeki İSG önlemlerinin alınmadığı tespit edilmiştir.

Alınması gereken İSG önlemleri çerçevesinde şev açısı belirlenmesinin, tranşe kenarında yürüme yolu oluşturulmasının ve yayaların güvenli geçişleri için köprü kullanılmasının gereksiz olduğuna yönelik tespitlerde bulunulmuştur.

Tablo 4 Doğal gaz dağıtım sektöründeki altyapı çalışmalarının iş sağlığı ve güvenliği yönünden değerlendirilmesi Check–List: Araştırma Sahası 3 – Ankara İli Çankaya İlçesi Yücetepe Mahallesi

Kontrol Maddeleri	**Evet**	**Hayır**	**Gereksiz**	**Öneriler**
1) Çalışma sahasının çevresine alan perdesi çekilmiş mi?			✓	Çalışma sahasının çevresine, alan perdesi yerine şerit çekildiği belirlenmektedir.
2) Şev açısı uygun mu?			✓	

3) Elektrik kablolarında hasar var mı?				Elektrik kablosu kullanılmamaktadır.
4) Asfalt kesme makinesinin hareketli bölmelerinde koruyucu mevcut mu?	✓			
5) Trafik yönlendirme işaretleri var mı?			✓	Çalışma sahasında trafik olmaması dolayısıyla, trafik yönlendirme levhaları kullanılması gerekliliği bulunmadığı belirlenmektedir.
6) Kazı alanı dubalar ile çevrilmiş mi? Duba sayısı yeterli mi?	✓			
6) Bilgilendirme ve uyarı levhaları mevcut mu? (trafik yönlendirme, çalışma var, girilmez levhaları vb.)	✓			
8) Elektrikli ekipmanlarda hasar var mı?		✓		
9) Tranşe kenarında yürüme yolu oluşturulmuş mu?			✓	Çalışma sahasında tranşe bulunmamaktadır.
10) Yayaların güvenli geçişleri için köprü kullanılıyor mu?			✓	Yayaların güvenli geçişleri için köprü kullanılması gerekliliği bulunmadığı belirlenmektedir.
11) Kişisel koruyucu donanımlar tam olarak kullanılıyor mu?	✓			
12) İş makineleri için güvenli bölge oluşturulmuş mu?			✓	Çalışma sahasında iş makinesi kullanılmadığı görülmüştür.
13) Yayaların geçişleri için güvenli yol oluşturulmuş mu?			✓	Yayaların geçişleri için güvenli yol oluşturulması gerekliliği bulunmadığı belirlenmektedir.
14) Hilti ile çalışma esnasında yüz siperi kullanılıyor mu?	✓			
15) Kullanım dışındaki iş ekipmanları uygun yere kaldırılmış mı?				Çalışma sahasındaki iş ekipmanlarının sadece keşif sürecinde kullanıldığı belirlenmektedir.

Çalışma sahasının çevresine şerit çekilmesi, asfalt kesme makinesinin hareketli bölmelerinde koruyucu mevcut olması, kazı alanının dubalarla çevrilmesi ve dubaların uygun yerde ve uygun sayıda konumlandırılması, bilgilendirme levhalarının uygun yerde ve sayıda kullanılması ve kişisel koruyucu donanımların uygun şekilde kullanılması yönünden İSG önlemlerinin alındığı görülmektedir. Ayrıca; çalışmanın yapıldığı sahada kazı çalışmasının yürütülmesi sürecinde riayet edilmeyen İSG önlemi bulunmadığı görülmektedir.

Doğal gaz dağıtım altyapı çalışmaları kapsamında Ankara İli Çankaya İlçesi Yücetepe Mahallesi'ndeki kazı çalışmasının yürütülmesi sürecinde; alınması gereken İSG önlemleri çerçevesinde uyarı levhaları (trafik yönlendirme, çalışma var, girilmez vb.) kullanılmasının,

tranşe bulunmaması dolayısıyla yaya yürüme yolu oluşturulmasının, yayaların güvenli geçişleri için köprü kullanılmasının, çalışma sahasında iş makinesi çalışmaması dolayısıyla iş makineleri için güvenli bölge oluşturulmasının, yayaların geçmemesi dolayısıyla yaya geçişi için güvenli oluşturulmasının ve sadece keşif sürecinde kullanılması dolayısıyla, iş ekipmanlarının konumlandırılacağı uygun yer belirlemesi yapılmasının gereksiz olduğuna yönelik tespitte bulunulduğu görülmektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

4.1. Sonuç

Bu araştırmanın temel amacı, doğal gaz dağıtım sektöründe yürütülen altyapı çalışmalarının iş sağlığı ve güvenliği (İSG) açısından değerlendirilmesidir. Bu çerçevede, çalışmalara başlanmadan önce alınan önlemler, uygulama süresince karşılaşılabilecek tehlike ve riskler ile uygulanan İSG önlemleri analiz edilmiş; sahaya özel çözüm ve iyileştirme önerileri geliştirilmiştir.

Araştırma kapsamında; kazı, yol ve zemin güvenliğinin sağlanması, uygun iş ekipmanlarının seçilmesi ve kullanılan kişisel koruyucu donanımların (KKD) yeterliliği gibi temel unsurların uygunluğu, yüksek uygulanabilirliğe ve açıklığa sahip risk değerlendirme yöntemleri aracılığıyla incelenmiştir. Değerlendirmede, yöntemlerin sahadaki gerçek koşullara uyumlu olması ve anlaşılabilirliği ön planda tutulmuştur.

Doğal gaz dağıtım çalışmalarına ilişkin incelemeler, Ankara ilinde üç farklı lokasyonda gerçekleştirilmiştir:

- Araştırma Sahası 1: Etimesgut İlçesi, Şaşmaz Mahallesi
- Araştırma Sahası 2: Çankaya İlçesi, Adakale Sokak
- Araştırma Sahası 3: Çankaya İlçesi, Yücetepe Mahallesi

Her saha için ayrı ayrı kontrol listeleri hazırlanmış ve bu sahalarda karşılaşılabilecek tehlike ve risklerin türleri ile seviyeleri değerlendirilmiştir. Değerlendirme kapsamında; çevre emniyetinde kullanılacak duba ve uyarı levhalarının gerekliliği ve sayısı, yapılacak işe uygun ekipman kullanımı ve bu ekipmanların yeterliliği gibi faktörler analiz edilmiştir. Ayrıca, sahaya özgü koşullara bağlı olarak iş kazası ve meslek hastalığı risklerinin nasıl değişkenlik gösterdiği ortaya konmuştur.

Örneğin, trafiğin yoğun olduğu bir sahada trafik kazası riskinin yüksek olduğu görülürken; mesken alanlarında yürütülen çalışmalarda bu riskin neredeyse bulunmadığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde, insan yoğunluğu fazla olan bölgelerde yaya geçiş köprüsü kurulmasının zorunlu olduğu değerlendirilmiş, buna karşın trafiğe kapalı alanlarda yürütülen ve tranşe açılmayan çalışmalarda bu tür önlemlere gerek duyulmadığı anlaşılmıştır.

İncelemelerde ayrıca, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nda tanımlanan "tehlikeli durum" ve "tehlikeli davranış" kavramları dikkate alınmıştır. Elde edilen bulgular, her saha için iş ortamı koşulları ve kullanılan ekipmanların tehlike düzeylerinin farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Ancak, KKD kullanımı gibi bazı İSG gerekliliklerinin her üç saha için ortak bir zorunluluk teşkil ettiği belirlenmiştir. KKD kullanımı, kanunda yer alan "tehlikeli davranış" sınıfına giren risklerin azaltılması açısından kritik bir uygulama olarak öne çıkmaktadır.

4.2. Tartışma

Araştırma kapsamında, trafik yoğunluğunun bulunduğu ana yol veya arterlerde yürütülen kazı çalışmalarında gözetilmesi gereken iş sağlığı ve güvenliği (İSG) esasları değerlendirilmiştir. Bu çerçevede; kazı alanlarının güvenlik şeritleri ile yoldan ayrıldığı, çalışma sahasının çevresine

yeterli sayıda bilgilendirme ve trafik yönlendirme levhası ile duba yerleştirildiği, asfalt kesme makinelerinin hareketli bölümlerinde koruyucuların bulunduğu, kişisel koruyucu donanımların (KKD) uygun şekilde kullanıldığı ve iş makinelerinin geri manevra sinyalizasyon sistemlerinin çalışır durumda olduğu gözlemlenmiştir.

Benzer şekilde, Avşaroğlu (2011) tarafından yapılan bir çalışmada da, doğal gaz hatlarında boru kaynak işlemleri sırasında gözetilmesi gereken İSG esasları analiz edilmiştir. Bu çalışmada, trafik yoğunluğu olan arterlerde yürütülen kazı çalışmalarında trafik yönlendirme levhalarının ve dubaların doğru şekilde yerleştirildiği, asfalt kesme makinelerinde gerekli koruyucuların bulunduğu, KKD kullanımının sağlandığı ve iş makinelerinin geri ikaz sistemlerinin aktif durumda olduğu ifade edilmiştir.

Adin, Doğan ve Adin (2021) tarafından şehir içi doğal gaz hatlarındaki kaynak hatalarının belirlenmesine yönelik yürütülen çalışmada da benzer bulgulara ulaşılmıştır. Araştırmalarında, trafik yoğunluğunun bulunduğu alanlardaki kazı çalışmalarının güvenlik şeritleri ile yoldan ayrıldığı ve yeterli sayıda yönlendirme levhası ile dubanın uygun konumlarda yerleştirildiği vurgulanmıştır.

Bu bağlamda, araştırmamızda elde edilen bulguların, Avşaroğlu (2011) ile Adin, Doğan ve Adin'in (2021) araştırmalarıyla büyük ölçüde örtüştüğü görülmektedir. Her iki çalışmada da trafik yoğunluğunun bulunduğu bölgelerde yürütülen kazı faaliyetlerinde benzer İSG önlemlerinin alındığı tespit edilmiştir.

Öte yandan, Balbay (2015) tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada, doğal gazın konut bağlantılarına yönelik uygulamalar incelenmiş ve İSG açısından önemli saptamalarda bulunulmuştur. Bu çalışmada, kazı alanlarının çevresinin alan perdeleri veya şeritlerle sınırlandığı, yeterli sayıda duba ile çevrelendiği, tranşe kenarında geçiş yolu oluşturulduğu ve mesken ya da işyeri önlerinde güvenli geçişler için geçici köprü sistemlerinin kullanıldığı belirtilmiştir.

4.3. Öneriler

Doğal gaz dağıtım sektöründeki altyapı çalışmalarında öngörülen iş sağlığı ve güvenliği (İSG) esaslarına uyulmaması durumunda ortaya çıkabilecek iş kazaları ve meslek hastalıklarını en aza indirmek amacıyla, uygulayıcı personele yönelik aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

- **Çalışma öncesi kontrol:** Faaliyetlere başlamadan önce, saha koşulları dikkate alınarak kapsamlı bir kontrol formu hazırlanmalı; kullanılacak iş ekipmanlarının uygunluğu ve yeterliliği bu form doğrultusunda değerlendirilmelidir.
- **İSG sorumluluğu ve eğitim:** Sahada İSG tedbirlerini koordine ve denetleyecek bir formen atanmalı; bu kişinin gerekli İSG eğitimlerini tamamlamış ve yetkilendirilmiş olması sağlanmalıdır.
- **Gözlemci ataması:** Dar alanlarda veya birden fazla iş makinesinin eşzamanlı çalıştığı durumlarda, makinelerin güvenli koordinasyonu için eğitimli ve yetkilendirilmiş bir gözlemci görevlendirilmelidir.
- **Asfalt kesme makineleri:** Bu makinelerin tüm koruyucu aksamlarının eksiksiz olarak monte edilmiş olması sağlanmalı; koruyucular takılmadan makinenin kullanımı yasaklanmalı, keyfi çıkarılmaların önüne geçilmelidir.
- **Gürültüye karşı koruma:** Asfalt kesme makinelerinin ses düzeyinin 85 dB'yi aşması nedeniyle, makineyi kullanan personelin mutlaka koruyucu kulaklık kullanması sağlanmalı; aksi durumlarda dağıtım şirketi ile yüklenici arasındaki teknik şartnamede belirtilen yaptırımlar uygulanmalıdır.

- **KKD kullanımı:** Tüm personelin, işin niteliğine uygun KKD (baret, reflektörlü yelek, çelik burunlu iş ayakkabısı, koruyucu eldiven vb.) kullanması sağlanmalı ve eksik kullanımlarda idari yaptırımlar uygulanmalıdır.
- **Kaynakçı yeterliliği:** Sahada görev alacak kaynakçıların ilgili mesleki yeterlilik belgelerine sahip olması sağlanmalı; belgesiz çalışanlar sahadan uzaklaştırılmalıdır.
- **Geri sinyalizasyon sistemleri:** Kullanılan iş makinelerinin geri manevra uyarı sistemlerinin aktif ve işlevsel olması sağlanmalı; bu sistemlerin operatör tarafından manuel olarak devre dışı bırakılmasının önüne geçilmesi amacıyla yazılı talimatlar imzalatılmalı ve ihlal durumunda gerekli yaptırımlar uygulanmalıdır.
- **Elektrikli el aletleri:** Kullanım dışı hilti veya spiral gibi ekipmanlar prizde bırakılmamalı; ayrıca geçiş yollarında bırakılarak düşme veya yaralanma riski oluşturulmasının önüne geçilmelidir.
- **Eğitim zorunluluğu:** Tüm çalışanlar, yürütülecek çalışmalara ilişkin güncel İSG eğitimlerine dahil edilmeli ve bu eğitimlerin sürekliliği sağlanmalıdır.
- **KKD zimmeti ve takibi:** KKD' ler personele zimmet tutanağı ile teslim edilmeli; düzenli kullanım takip edilmeli, ihlallerde önce sözlü uyarı, ardından kademeli yaptırımlar uygulanmalıdır.
- **Yaya geçiş güvenliği:** Yaya yoğunluğunun bulunduğu mesken veya iş yeri önlerinde tranşe üzerindeki geçişler için korkuluklu yaya geçiş platformları kurulmalı; bu platformların bulunmadığı durumlarda çalışma durdurulmalıdır.
- **Yangın ve patlama riski:** Çalışma sahasında ateşli maddelerle yaklaşım ve sigara içilmesi kesin şekilde yasaklanmalı; ihlallerde disiplin süreçleri devreye alınarak cezai yaptırımlar uygulanmalıdır.

5. KAYNAKLAR

Akgüngör, A.A. (2016). Mühendisler için Doğal Gaz İç Tesisatı Projelendirme ve Uygulama Kuralları. İstanbul: İstanbul Uygulamalı Gaz ve Enerji Teknolojileri Araştırma Mühendislik Anonim Şirketi (UGETAM) Yayınları.

Akgüngör, A.A. (2019). Temel Doğal Gaz. İstanbul: UGETAM Yayınları.

Avşaroğlu, A. (2011). Boru hatlarındaki kaynaklı imalat çalışmalarında iş güvenliği risk analizi. Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 26 (1), 65 – 70.

Balbay, A. (2015). Doğal gaz enerjisi ve konut ısıtmada kullanımının deneysel araştırılması: Siirt İli örneği. Bitlis Eren Üniversitesi (BEÜ) Fen Bilimleri Dergisi, 4 (1), 26 – 34.

BOTAŞ. (2025). Doğal gaz nedir? https://www.botas.gov.tr/Sayfa/dogal-gaz-nedir/249

Çorumgaz. (t.y.). Doğal gaz nedir? http://www.corumgaz.com.tr/page.aspx?SayfaIcerik=7

ETKB, (2024). Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. https://enerji.gov.tr/haber-detay?id=21223

GAZBİR. (2024). Doğal Gaz Sektör Raporu: Aralık 2024. Ankara: Türkiye Doğal Gaz Dağıtıcıları Birliği (GAZBİR) Yayınları.

International Energy Agency. (2021). Turkey 2021: Energy policy review. https://www.iea.org/reports/turkey-2021

Güllüoğlu, E.N., Güllüoğlu, A.N. (2019). Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, 3 (2), 65-81.

Resmî Gazete. (2001, 2 Mayıs). Doğal Gaz Piyasası Kanunu (Kanun No. 4646).

https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2001/05/20010502.htm

Resmî Gazete. (2012, 30 Haziran). İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu (Kanun No. 6331). https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/06/20120630-1.htm

Yalçın, L. (2016). Endüstriyel tesislerin doğal gaz dönüşüm işlerinde tehlikelerin değerlendirilmesi (Uzmanlık Tezi). T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü.

Uçar, S. (2018). Polietilen doğal gaz boru hatlarında statik elektrik oluşumu, etkileri ve kontrolü. GAZMER.

Mursid, F., Herawati, S. (2023). Risk Mitigation Analysis and Safety Equipment Against Work Accident Prevention, ARRUS Journal of Social Sciences and Humanities, 3 (4) 459-465.

Taş, N. (2021). Altyapı kanal kazılarında göçük riski ve koruyucu tedbirlerin iş güvenliği açısından değerlendirilmesi. T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı.

EVALUATING PSYCHOSOCIAL SUPPORT SERVICES PROVIDED AFTER NATURAL DISASTERS IN A CULTURAL CONTEXT: A REVIEW STUDY FOCUSED ON EXAMPLES OF INTERNATIONAL PRACTICES

DOĞAL AFET SONRASI SUNULAN PSİKOSOSYAL DESTEK HİZMETLERİNİN KÜLTÜREL BAĞLAMDA DEĞERLENDİRİLMESİ: ULUSLARARASI UYGULAMA ÖRNEKLERİ ODAĞINDA BİR DERLEME ÇALIŞMA

Kübranur GÖRMÜŞ[1]

[1]Öğretim Görevlisi, Sinop Üniversitesi, Sosyal Hizmet,

https://orcid.org/0000-0001-9832-4430

Özet

Afetlerin toplum ve doğal çevre üzerinde yarattığı yıkıcı etkilerin yanında bireyler ve gruplar üzerinde ortaya çıkardığı psikolojik sorunlar, sağlık problemleri, endişe ve stres durumları, günlük yaşamda beliren sorunlar, sosyal, ekonomik ve manevi kaynakların kaybedilmesine bağlı sorunlar vb. psikososyal sonuçları değerlendirmek açısından önemlidir. Bu sorunların önlenmesi ve en aza indirilmesi için kişilerin ve grupların güçlendirilmesi gerekmektedir. Bu sebeplerle afetlerden sonra ilgili kurum ve kuruluşlar tarafından iyileştirme çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Bu iyileştirme çalışmalarından biri ise psikososyal destek hizmetleridir. Bu hizmetlerle amaçlanan insanların psikososyal iyilik hallerinin artırılmasıdır. İnsanların afet sonrası yaşadıkları psikolojik, fiziksel, sosyal ve sağlık sorunları göz önüne alındığında iyileşme süreci toplulukların kültürel yapıları ve değerleri açısından da şekillenmektedir. Afet zamanlarında psikososyal destek hizmetleri sunulurken sosyal değerler, gelenekler ve kültürel faktörler çoğu zaman arka planda kalmaktadır. Öyle ki kültür, afetlerde iyileştirici bir etmen olarak rol oynayabilmektedir. Kültür insanlar üzerinde manevi bir etki bırakarak insanların toplumsal travmalar ile baş etmede veya kayıplar karşısında sosyal yaşama tekrar uyum sağlamada olumlu bir etki yaratabilmektedir. Mevcut çalışma ile de dünyada meydana gelen ve toplumlar üzerinde büyük etkiler bırakan bazı doğal afetler ele alınacaktır. Bu afetlerin ardından sunulan psikososyal destek hizmetleri kültürel bağlamda yapılan uygulamalarla karşılaştırılarak sosyal hizmet mesleğine yönelik öneriler de sunulacaktır

Anahtar kelimeler: Psikososyal destek hizmetleri, doğal afetler, kültür

Abstract

In addition to the devastating effects of disasters on society and the natural environment, the psychological problems, health issues, anxiety and stress, problems arising in daily life, and problems due to the loss of social, economic, and spiritual resources are also important to consider in terms of psychosocial outcomes. In order to prevent and minimize these problems, individuals and groups need to be empowered. Therefore, recovery efforts must be carried out by relevant institutions and organizations after disasters. One such recovery effort is the provision of psychosocial support services. The goal of these services is to enhance people's psychosocial well-being. Considering the psychological, physical, social, and health problems people experience after disasters, the recovery process also takes shape in terms of the cultural structures and values of communities. During the delivery of psychosocial support services in

disaster times, social values, traditions and cultural factors often remain in the background. However, culture can play a healing role during disasters. Culture can have a spiritual impact on people and create a positive effect in helping them cope with social traumas and readapt to social life after losses. This study will examine some major natural disasters around the world that have had significant impacts on societies. The psychosocial support services delivered in the aftermath of these disasters will be analyzed in comparison with culturally contextualized practices, with the aim of offering informed recommendations for the field of social work.

Keywords: Psychosocial support services, natural disasters, culture

1. INTRODUCTION

Disasters are defined as events that affect societies or specific segments of them, causing losses in physical, economic, social, and environmental areas, leading to significant disruptions in daily life, and exceeding the coping capacities of communities (Hansen, 2014; Karancı & İkizer, 2017). Based on their mode of occurrence, these events are classified as natural (earthquakes, floods, fires, tsunamis, etc.), technological (nuclear explosions, radioactive leaks, etc.), and human-induced (civil wars, explosions, mass migrations, etc.) (AFAD, 2020; Mağden et al., 2008).

Individuals, groups, and communities are affected by disasters in various ways. The extent of this impact depends on factors such as the severity and duration of the disaster, its recurrence, the availability of post-disaster psychosocial services, the cultural characteristics of the affected region, and disaster management activities (DeWolfe, 2000). In addition to the destructive effects disasters have on society and the natural environment, it is also important to assess the psychosocial consequences they cause for individuals and groups—such as psychological problems, health issues, anxiety and stress, difficulties in daily life, and the loss of social, economic, and spiritual resources. To prevent and minimize these problems, it is necessary to empower individuals and groups (Kılıç, 2008; Reyes & Elhai, 2004; Regel et al., 2007). For these reasons, it is considered important that relevant institutions and organizations carry out recovery efforts following disasters. One such recovery effort is the provision of psychosocial services. Psychosocial services are defined as multidisciplinary activities that focus on psychological and social issues with the aim of restoring normalcy to the lives of individuals, groups, or communities affected by disasters; strengthening society's capacity to cope with disasters and emergencies; and enhancing the process of recovery and rehabilitation (Kızılay, 2008; Mağden et al., 2008; Reyes and Elhai, 2004). Furthermore, these services can serve as a supportive process to help individuals or groups regain their independence and dignity (Aarts, 2001; Rao, 2006). It is also essential to view psychosocial support services not merely as post-disaster interventions but as a continuous process. Efforts that aim to promote individuals' psychosocial well-being, resilience, and empowerment demonstrate how effective these practices can be in maintaining the functionality of community life (Karancı & İkizer, 2017).

Psychosocial well-being is defined as the capacity to utilize resources across three fundamental domains: human capacity (physical health, emotional state, self-identity), social ecology (relationships, services), and material/physical environment (physical surroundings, livelihood, physical safety). It is emphasized that psychosocial well-being is shaped and experienced within the context of communities' cultural structures and values (Galapatti & Richardson, 2016).

Ericson (1976), in addressing human responses to natural disasters, emphasized the role of culture. He highlighted that culture influences how people think, feel, behave, and even shape their dreams (Elliot & Pais, 2006). In particular, understanding the coping mechanisms of

individuals, groups, and communities and designing interventions accordingly is crucial for post-disaster efforts. However, most studies on coping mechanisms place little emphasis on culture and values, and when they do, it is often within a Western context. Researchers who focus on culture, on the other hand, stress the importance of both universal and culture-specific assessments, noting that culture has various effects in individualistic and collectivist societies (Moore & Constantine, 2005; Wong & Wong, 2006; Kayser et al., 2008).

In the provision of psychosocial support services during disasters and emergencies, cultural factors such as social values and traditions often remain in the background. Developing a culture-specific understanding while delivering psychosocial support can enhance the effectiveness of interventions (Jogia, 2014). Therefore, this study will focus on the cultural reflections observed in individualistic and collectivist societies. Subsequently, several major natural disasters that occurred after the year 2000 and had significant impacts on societies around the world will be examined, and the psychosocial support services provided in response will be compared in terms of their cultural context. In the final section, the role of social work within psychosocial support services will be discussed.

1.1. Theoretical Framework

1.1.1 Disasters, Society, and Culture

Culture, in its broadest sense, is defined as the collective body of traditional beliefs, social structures, material characteristics, values, behaviors, and accumulated knowledge shared by people with similar ways of life within a specific time and place—and the transmission of these elements to subsequent generations (Merriam-Webster Dictionary, 2023).

Societal responses to disasters can vary depending on the cultural values of the communities involved. Culture can play a healing role during disasters by providing people with a sense of security. For instance, beliefs, rituals, stories, or myths embedded within a culture can have a spiritual influence that positively contributes to individuals' ability to cope with collective trauma or to readjust to life after experiencing loss (Athey & Williams, 2003; Fothergill et al., 1999). In some communities—particularly those outside the Western context—people may wish to continue practicing their cultural, spiritual, and religious traditions even during disasters and emergencies. These practices can serve as a form of cultural support, and being unable to carry them out may cause individuals to experience significant stress. Understanding and supporting such cultural healing practices can contribute to the psychosocial well-being of those affected by disasters. On the other hand, if there are risks associated with certain local practices that may have harmful effects, humanitarian workers must engage in critical reflection and act in accordance with international human rights standards (IASC, 2007).

1.1.2 Reflections of Culture in Individualistic and Collectivist Societies

Culture influences the ways communities communicate, perceive the world, and respond to disasters. Particularly, the response to intervention and recovery in the aftermath of disasters often reflects the cultural background of the community (Arunotai, 2008; Kulatunga, 2011). Anthropologists argue that the reactions of individuals, groups, or communities during natural disasters are shaped more by culture than by the threats posed by the disasters themselves (Kayser et al., 2008; Oliver-Smith, 1996). Therefore, cultural values are said to have a strong influence on disaster response practices. Although there is limited research on this topic, it has been noted that culture-specific differences leave people vulnerable to the psychological impacts of natural disasters (Jogia et al., 2014; Kar et al., 2007).

Researchers conducting cross-cultural studies explain coping strategies by classifying them according to the individualistic and collectivist structures of communities (Hofstede, 1980). In individualistic communities, achieving internal separation and independence, openly expressing personal thoughts and emotions, and utilizing formal support systems are emphasized. In collectivist communities, interdependence, responsibility toward others, and connection-building are highlighted (Markus & Kitayama, 1991). Additionally, collectivist cultures may be more inclined toward informal forms of support, particularly valuing help from family and close social circles, with relational dynamics being an important factor in these societies (Moore & Constantine, 2005; O'Brien & DeLongis, 1996). While self-sufficiency is prioritized in individualistic communities, in collectivist communities, self-sufficiency is understood within a broader societal context where interconnectedness is key. In collectivist societies, the willingness to seek help is often higher (Kaniasty & Norris, 2000).

In collectivist cultures, recovery occurs through the empowerment of both the individual and the group they belong to. In such cultures, people tend to value external sources of power, such as family, religious beliefs, and relatives, rather than internal or personal sources of strength (Haque, 2010; Hechanova et al., 2015). It is argued that in collectivist cultures, group-based interventions are more effective than individual efforts after disasters, as they reduce issues such as shame, helplessness, isolation, and alienation by strengthening individuals (Engelbrecht & Jobson, 2016). For example, in a study on the motivation of Filipino workers, the primary motivation was not self-actualization as described in Maslow's hierarchy of needs; rather, the main motivation was the fulfillment of family members' needs (Ilagan et al., 2014; Hechanova & Waelde, 2017). When providing psychosocial services during disasters, it is important to incorporate cultural differences into the intervention plans to ensure they are appropriate and effective.

Below, we will examine some of the natural disasters that have occurred worldwide and the psychosocial services provided in response to these events, considering their cultural context. The importance of cultural emphasis in psychosocial services has gained attention in recent studies. Therefore, certain natural disasters that occurred after 2000 have been included in this analysis. When selecting these disasters, the size of the disaster and its impact on various countries or regions were evaluated. These natural disasters include:

- The 2004 Indian Ocean Earthquake and Tsunami
- The 2005 Hurricane Katrina
- The 2010 Haiti Earthquake
- The 2023 February 6th Kahramanmaraş-centered Earthquakes

1.1.2.1 2004 Indian Ocean Earthquake and Tsunami

On December 26, 2004, a massive undersea earthquake with a magnitude of 9.0 struck off the western coast of Sumatra, Indonesia, triggering a devastating tsunami. This tsunami severely affected more than 12 countries in Southeast and South Asia. Official estimates indicate that over 160,000 people lost their lives, and millions of individuals were affected, including those who experienced loss and injury. In the wake of the immense destruction, this event was considered the deadliest tsunami in recorded history (Margesson, 2005).

The World Health Organization (WHO) in February 2005 projected that approximately 20-40% of the people affected by the tsunami would experience mild psychological issues, while around 30-50% would face moderate psychological problems (WHO, 2005). Additionally, it was

emphasized that approximately 7,000 individuals, predominantly women and children, might have experienced trauma. In Indonesia, it was reported that about 25% of children affected by the tsunami required treatment for psychosocial issues, with many outpatient visits to hospitals due to complaints of anxiety and depression. Furthermore, there was an increase in the demand for psychological medications. In Thailand, it was reported that a quarter of children were unable to attend school due to fear and distress. The lack of definitive data in these reports is attributed to the stigmatizing nature of terms like "psychological disorders" or "mental health" in some cultures, making them difficult to discuss in local languages. As a result, individuals may be less inclined to seek professional help (Carbolllo et al., 2005).

Studies conducted after the tsunami indicated that one of the key factors contributing to people's resilience was the influence of the public's religious beliefs and local leaders (Fallot & Heckman, 2005). As the tsunami affected multiple countries and communities, many people were displaced. In the affected countries, extended families began to accommodate displaced individuals in their homes, which alleviated some of the pressure on camps and relief centers, thus acting as a form of psychosocial support. However, the families who hosted the displaced people reported feeling neglected by aid organizations, expressing that they did not receive an equal share of the assistance distributed. Over time, it was also noted that displaced people began to be perceived as a burden on the community (Carbolllo et al., 2005).

1.1.2.2 2005 Hurricane Katrina

Hurricane Katrina occurred on August 29, 2005, affecting New Orleans and the Gulf Coast. The powerful hurricane led to the deaths of 1,300 people, caused millions of dollars in property losses, and resulted in significant damage. Katrina is considered one of the most devastating natural disasters in U.S. history. The severe waves from the ocean submerged many homes, leaving people unable to return to their residences (Bacon, 2005; Parker, 2008). It was noted that in addition to the physical environment, the psychological environment was also severely impacted by the hurricane. Access to qualified mental health services became difficult, and there was an increase in individuals experiencing worsened conditions related to chronic illnesses, as well as symptoms of anxiety and depression (Parker, 2008).

Following Hurricane Katrina, it was explained that many individuals in the affected region experienced various mental health issues due to the effects of traumatic stress (Weisler et al., 2006). Additionally, the hurricane made it difficult for people to reach not only their surroundings and acquaintances but also their family members. Many of those affected by the hurricane were relocated to different areas, disrupting their connections with family, school, church, and community (Weems et al., 2007).

The hurricane affected many regions, and the socio-emotional challenges that emerged in these geographical areas were influenced by contextual differences. When examining the impact, it was found that people living in New Orleans were exposed to fewer storm surges and floods compared to those living along the Mississippi Gulf Coast. As a result, individuals on the Mississippi Gulf Coast were more adversely affected, both in terms of the complete destruction of their property and the psychological symptoms they experienced (Bolstad & Zinbarg, 1997; Weems et al., 2007; Welch, 2005).

Cultural characteristics also vary from region to region. There may be different social, cultural, and political experiences between the cities in New Orleans and the Gulf Coast region. For instance, when a mental health worker interviews a family, asking why each child has a different surname reflects the worker’s assumption that all children should share the same

surname. There may be various reasons behind such situations. Therefore, it is crucial for mental health professionals to pay attention to multiculturalism while providing services (Haskett et al., 2008).

1.1.2.3 2010 Haiti Earthquake

The earthquake occurred on January 12, 2010, and caused significant damage to the country, including aftershocks. In official statements, the government reported that more than 300,000 people had died, and an equal number had been injured. Over 105,000 homes were destroyed, and more than 208,000 homes were damaged in the earthquake. The total number of people affected by the earthquake was estimated to be approximately 3,000,000 (OCHA, 2010; Schinina, 2010).

In its 2010 guidance on psychosocial support in response to the Haiti earthquake, the Inter-Agency Standing Committee (IASC) highlighted several key issues. It noted that the earthquake resulted in the loss of many lives, the separation of families and communities, disruption of essential health services, and the weakening of even informal protection mechanisms. The need for security, basic health care, care, and psychosocial services significantly increased, with a particular focus on vulnerable groups within the community.

The guide emphasized the need for addressing the psychosocial needs of children and adolescents, who might experience issues such as nightmares, social isolation, difficulty concentrating, bedwetting, and thumb-sucking. After their basic needs were met, their needs for play, education, and other supportive activities were also to be prioritized.

Furthermore, it was pointed out that women and girls were at risk of sexual exploitation and violence, especially in camps or similar settings, and extra attention was required to mitigate these risks. The guide also recommended ensuring that vulnerable groups, including those without caregivers, the elderly, and people with disabilities, had their basic needs met and were included in social networks (IASC, 2010).

During the provision of psychosocial services after the disaster, the values of the Haitian people were taken into consideration. This is because it has been observed that Haitians have strong ties to their cultural systems. Due to capacity limitations after the disaster, statistical results and psychosocial needs assessments could not be conducted quickly. Since it was very difficult to conduct individual interviews in the camps after the earthquake, it was planned to hold group meetings with family members. Assessments were made not based on individual disorders or pathologies, but rather on the well-being of a family or a neighborhood, focusing on recurring social and emotional indicators (Ataya et al., 2010). Family is seen as one of the most important social systems in Haiti. Unlike in Western societies, Haiti has an extended family structure. Historically, family members, several generations, neighbors, and friends in Haiti used to gather around a courtyard called *lakou* (Nicolas et al., 2009; Edmond et al., 2007). Although migration and urbanization have caused some changes in this *lakou* system, it has been emphasized that the Haitian people's efforts to revitalize this system after the earthquake enhanced their resilience (Ataya et al., 2010). On the other hand, religion is also an important factor for Haitian society. Haitians' relationship with God through various rituals, ceremonies, and rites aligns with their belief in Vodoo, which is considered their religion. This practice is consistent with their traditional cultural identity, which embraces a cosmos-centered self. It has been stated that being part of a collective cycle in response to the challenges created by natural disasters is an element of collective resilience (Ataya et al., 2010).

1.1.2.4 February 6, 2023 Kahramanmaraş-Centered Earthquakes

The earthquakes that occurred on February 6, 2023, were centered in Kahramanmaraş and affected 11 provinces. Two major earthquakes with magnitudes of 7.7 and 7.6 took place. The affected provinces are: Kahramanmaraş, Gaziantep, Hatay, Şanlıurfa, Malatya, Kilis, Elazığ, Adıyaman, Adana, Osmaniye and Diyarbakır.

Considering the affected provinces, in addition to Turkish, Kurdish is also spoken in these regions. Furthermore, since 2011, a significant number of refugees and migrants from Syria have settled densely in these areas. The multicultural nature of the disaster zones necessitates interpreter support and increased societal awareness. In this context, the efforts carried out can also serve as empowerment initiatives for migrant groups, who may otherwise be seen as disadvantaged, thereby enhancing community resilience against disasters. In the post-disaster period, communication is of great importance for the rehabilitation and awareness of non-local populations. Therefore, it is considered essential to focus on this issue in order to optimize standards for policies and intervention strategies to be developed for post-disaster communication efforts.

It is important for service providers to be knowledgeable about the cultural codes and religious belief patterns of the local population in the affected area when conducting operations and providing psychosocial support services. Additionally, organizations working in the region, including Non-Governmental Organizations (NGOs), should be informed, and meetings should be planned if necessary. Having access to such information will enhance the effectiveness of the psychosocial services provided (Yaman & Akyurt, 2013). For example, the earthquake region is home to people of various ethnic backgrounds, with cities where Turkish, Kurdish, and Arabic are spoken. Therefore, having experts or translators who speak Kurdish and Arabic in the teams can be crucial for the success of the operations.

2. CULTURAL CONTEXT AND SOCIAL WORK IN PSYCHOSOCIAL SERVICES PROVIDED IN NATURAL DISASTERS

Social work is one of the professions that provides psychosocial support services in disasters and emergencies. Social workers, together with other professional groups, engage in various psychosocial interventions, including needs and resource assessments, psychological first aid, referral and guidance, creating information centers, mobilizing communities, implementing social projects, providing training, and offering support to workers (Mağden et al., 2008).

The roles social work professionals undertake before a disaster include organizing training to raise awareness among individuals, using different communication tools to promote awareness, and conducting risk management activities to protect people from disasters (Pyles, 2008; Tuncay, 2004). During a disaster, their roles and responsibilities include carrying out professional duties, providing social assistance, supporting the fulfillment of basic needs of individuals affected by the disaster, and providing psychological first aid in response to traumatic situations (Tuncay, 2004). After a disaster, their roles involve supporting community organization, advocating in urban planning processes, assisting families in performing religious rituals and setting up tents, providing psychosocial and grief counseling, conducting needs assessments, and contributing to the development of various programs (Yueh, 2003). Vulnerable individuals, groups, or families in the community are often more severely impacted by the disaster process. Therefore, strengthening these individuals through risk-reducing and restorative efforts is essential (Artan & Özkan, 2020).

The study provides an evaluation of psychosocial services offered during disasters in the cultural context. While previous studies have emphasized the importance of cultural elements, these factors tend to remain in the background in practical applications. When looking at the four examples, it is observed that in individualistic societies, psychosocial support workers generally establish one-on-one communication with individuals, focusing on personal welfare. In contrast, in collectivist cultures, communication involves all family members, and the welfare of the family and community is prioritized. Thus, understanding the region and culture where the disaster occurs is crucial. Therefore, it is important for social work professionals to conduct thorough needs and resource assessments. Identifying these needs in the context of cultural values and tailoring interventions accordingly is vital. As a result, both national and international professionals must possess cultural competence. Furthermore, when addressing the issue of culture, it is important not to overlook or incorporate harmful practices embedded within cultural traditions into the psychosocial services without evaluation. The goal here is to also prevent risks.

In recent years, it has been observed that the physical environment is significantly disrupted, and the impacts of disasters vary depending on the country in which they occur. Particularly, countries in Southeast Asia, which are often described as collectivist, may face greater risks. Therefore, social work professionals involved in psychosocial support services should develop their expertise not only in their professional discipline but also in approaches such as ecology, risk society, and green social work. By incorporating more holistic evaluations of disasters, they should be able to analyze the cause-and-effect relationships in these events effectively.

3. CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATION

In the provision of psychosocial services during natural disasters, culture often remains a secondary consideration. However, societies can be deeply attached to their cultures and values, and this attachment can influence their responses to natural disasters. Therefore, studies that do not focus on cultural values may lead to situations where individuals are unable to benefit from services for various reasons.

This study aims to highlight the importance of cultural context in the psychosocial services provided during natural disasters that leave significant impacts in the places where they occur. Understanding these cultural considerations is essential for social work professionals, as it enables them to incorporate cultural elements into their training programs and learn local knowledge from the communities they serve.

4. REFERENCES

Aarts, P. G. H. (2001). Guidelines for programmes: Psychosocial and mental health care assistance in post-disaster and conflict areas. Utrecht, The Netherlands: International Center, Netherlands Institute for Care and Welfare.

AFAD. Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü. https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/163233/mod_resource/content/1/AFET%20YÖNETİMİ%20TERİMLERİ%20SÖZLÜĞÜ.pdf , (Erişim: 02.01.2023).

Artan, T. & Özkan, A. O. (2020). Afetler ve sosyal hizmet. *Journal of ADEM*, *1*(1), 47-54.

Arunotai, N. (2008). Saved by an old legend and a keen observation: The case of Moken Sea Nomads in Thailand. In: Shaw, R., Uy, N. and Baumwall, J. (eds.) Indigenous Knowledge for Disaster Risk Reduction: Good Practices and Lessons Learned from Experiences in the Asia-Pacific Region, Bangkok: UNISDR.

Ataya, A., Duigan, P., Louis, D., & Schinina, G. (2010). Assessment of the psychosocial needs of Haitians affected by the January 2010 earthquake. *Port au Prince: International Organization for Migration*.

Athey, J., & Moody-Williams, J. (2003). Developing cultural competence in disaster mental health programs. *Substance Abuse and Mental Health Services Administration, US Department of Health and Human Services.*

Bacon, P., Jr. (2005). Paying for Katrina. *Time*, 166, 22.

Bolstad, B., & Zinbarg, R. (1997). Sexual victimization, generalized perception of control and post-traumatic stress disorder symptom severity. *Journal of Anxiety Disorders*, 11, 523–540.

Carballo, M., Heal, B., & Hernandez, M. (2005). Psychosocial aspects of the Tsunami.

DeWolfe DJ. (2000). Training manual for mental health and human service workers in major disasters (2. Baskı). U.S. Government Printing Office.

Elliott, J. R., & Pais, J. (2006). Race, class, and Hurricane Katrina: Social differences in human responses to disaster. *Social Science Research*, 35(2), 295–321.

Engelbrecht, A., & Jobson, L. (2016). Exploring trauma associated appraisals in trauma survivors from collectivistic cultures. *SpringerPlus*, *5*, 1–11. doi:10.1186/s40064-016-3043-2

Erikson, K. (1976). Everything in its Path: Destruction of Community in the BuValo Creek Flood. *Simon and Schuster*, New York.

Fallot R.D & Heckman J.P. (2005). Religious/spiritual coping among women trauma survivors with mental health and substance use disorders. *J Behav Health Serv Res*, 32, 215–26.

Galappatti, A., & Richardson, S. (2016). Linking mental health and psychosocial support and disaster risk reduction: applying a wellbeing lens to disaster risk reduction. *Intervention, 14*(3), 223-231.

Hansen P. (2014). Psychosocial interventions: A handbook. *In* Ager W, (ed. Copenhagen: IFRC), International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies.

Haque, A. (2010). Mental health concepts in Southeast Asia: Diagnostic considerations and treatment implications. Psychology, Health & Medicine, 15(2), 127–134. doi:10.1080/13548501003615266

Haskett, M. E., Scott, S. S., Nears, K., & Grimmett, M. A. (2008). Lessons from Katrina: Disaster mental health service in the Gulf Coast region. *Professional Psychology: Research and Practice*, *39*(1), 93

Hechanova, R. & Waelde, Lynn. (2017). The influence of culture on disaster mental health and psychosocial support interventions in Southeast Asia, Mental Health, Religion & Culture, 20(1), 31-44, DOI: 10.1080/13674676.2017.1322048.

Hechanova, M. R. M., Ramos, P. A. P., & Waelde, L. C. (2015). Group-based mindfulness-informed psychological first aid after typhoon Haiyan. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 24, 610–618. doi:10.1108/DPM-01-2015-0015

Hofstede, G. (1980). *Culture' s consequences: Comparing values, behaviors, institutions and organizations across nations*. Beverly Hills, CA: Sage.

Inter-Agency Standing Committee. (2010). Guidance Note for Mental Health and Psychosocial Support: Haiti Earthquake Emergency Response-January 2010. In *Guidance Note for Mental*

Health and Psychosocial Support: Haiti Earthquake Emergency Response-January 2010 (pp. 10-10).

İbiş, E. & -, B. K. (2015). Türkiye'de sosyal hizmet ve medikal kurtarma açısından Yalova, Van ve Simav Depremlerinin İncelenmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (41).

Jogia, J., Kulatunga, U., Yates, G. P., & Wedawatta, G. (2014). Culture and the psychological impacts of natural disasters: Implications for disaster management and disaster mental health. *Built and human environment review*, *7*(1), 1.

Kaniasty, K. & Norris, F.H. (2000). Help-seeking comfort and receiving social support: The role of ethnicity and context of need. *American Journal of Community Psychology*, *28*, 1-37.

Kar, N., Mohapatra, P. K., Nayak, K. C., Pattanaik, P., Swain, S. P., & Kar, H. C. (2007). Post-traumatic stress disorder in children and adolescents one year after a super-cyclone in Orissa, India: exploring cross-cultural validity and vulnerability factors. *BMC psychiatry*, 7(1), 8.

Karancı, N., & İkizler, G. (2017). Afet Psikolojisi: Tarihçe, Temel İlkeler ve Uygulamalar. *Türkiye Klinikleri Psikoloji-Özel Konular*, *2*(3), 163-71.

Kayser, K., Wind, L., & Shankar, R. A. (2008). Disaster relief within a collectivistic context: Supporting resilience after the tsunami in South India. *Journal of Social Service Research*, *34*(3), 87-98.

Kızılay. (2008). Afetlerde Psikososyal Uygulama Rehberi. Ankara: Kızılay Yayınları.

Kulatunga, U. (2011) Influence of culture towards disaster risk: The case of Barguna, Bangladesh. International Conference on Building Resilience. Kandalama, Sri Lanka.

Kuruluşlar Arası Daimi Komite (IASC) (2007). IASC Acil Durumlarda Ruh Sağlığı ve Psikososyal Destek Klavuzu. Cenevre: IASC.

Mağden, Ç., Ademhan, Ç., Şavur, E., Yeniokatan, İ., Kılıç, M., Gözden, M., & Yüksel, S. (2008). *Afetlerde psikososyal destek uygulama rehberi.* Ankara, Türk Kızılayı.

Margesson, R. (2005). Indian Ocean Earthquake and Tsunami: Humanitarian assistance and relief operations. Lıbrary of Congress Washıngton Dc Congressıonal Research Servıce.

Markus, H.R. & Kitayama, S. (1991). Culture and the self: Implications for cognition, emotion, and moti- vation. *Psychological Review, 98,* 224-253.

Moore, III, J.L. & Constantine, M.G. (2005). Development and initial validation of the collectivistic coping styles measure with African, Asian, and Latin American international students. *Journal of Mental Health Consulting, 27*(4), 329-347.

Nicolas, G., Schwartz, B., & Pierre, E. (2010). Weathering the storms like bamboo: The strengths of Haitians in coping with natural disasters.

O'Brien, T.B. & DeLongis, A. (1996). The interactional context of problem, emotion, and relationship focused coping: The role of the big five personality fac- tors. *Journal of Personality, 64*(4), 775-813.

Parker, J. (2008). Mending Our Nets: Psychosocial Care in Post-Katrina New Orleans. *Seattle J. Soc. Just.*, *7*, 37

Pyles L. (2008). Community organizing for post-disaster social development. International Social Work. 50(3):321-333.

Regel, S., Joseph, S. & Dyregrov, A., (2007). Psychological debriefing in cross-cultural contexts: Ten implications for practice. *International Journal of Emergency Mental Health*, *9*(1), 37-45.

Reyes, G., & Elhai, J. D. (2004). Psychosocial interventions in the early phases of disasters. *Psychotherapy: theory, research, practice, training*, *41*(4), 399

Schininà, G., Hosn, M. A., Ataya, A., Dieuveut, K., & Salem, M. A. (2010). Psychosocial response to the Haiti earthquake: The experiences of International Organization for Migration. *Intervention*, *8*(2), 158.

The Merriam Webster Dictionary website. https://www.merriam-webster.com/dictionary/culture (02.01.2023).

Tuncay T. (2004). Afetlerde sosyal hizmet 1999 yılı Marmara ve Bolu-Düzce depremleri sonrasında gerçekleştirilen sosyal hizmet uygulamaları. Özbay Ofset Matbaacılık.

Weems, C. F., Watts, S. E., Marsee, M. A., Taylor, L. K., Costa, N. M., Cannon, M. F., ... & Pina, A. A. (2007). The psychosocial impact of Hurricane Katrina: Contextual differences in psychological symptoms, social support, and discrimination. *Behaviour research and therapy*, *45*(10), 2295-2306.

Weisler, R. H., Barbee, J. G., & Townsend, M. H. (2006). Mental health and recovery in the Gulf Coast after Hurricanes Katrina and Rita. *Journal of the American Medical Association*, 296, 585–588.

Welch, M. (2005). They shoot helicopters, don't they? Reason, 37, 16–18.

Wong, P.T.P. & Wong, L.C.J. (2006). *Handbook of multicultural perspectives on stress and coping*. New York: Springer Publishing.

Yaman, Ö. M., & Akyurt, M. A. (2013). Sosyal hizmete kültürel yaklaşım: 2011 Van depremi örneği. *İstanbul University Journal of Sociology*, *3*(26), 105-144.

Yılmaz, G., & Gaye, F. (2021). Doğal Afetler, Toplumsal Değişme ve Dirençlilik İlişkisi: Toplumsalın Yeniden İnşası Üzerine Bir Değerlendirme. *Sosyolojik Bağlam Dergisi,* 2(12), 119-132.

Yueh, C.C. (2003). Social Workers' involvement in Taiwan's 1999 earthquake disaster aid: Implications for social work education', *Online Journal of Social Work and Society.* 1(1):14-36.

EFFECT OF WATER MINERALIZATION ON THE ELIMINATION OF ACETAMINOPHEN BY COAGULATION-FLOCCULATION: A CASE STUDY IN SOUTHERN ALGERIA

***BACHAN.*[1,2], *ACHOURS.*[2]**

[1] Scientific and Technical Research Center on Arid Regions(CRSTRA), Campus of Mohamed Khider University, Biskra, Algeria

[2] Research Laboratory in Subterranean and Surface Hydraulics (LARHYSS), Faculty of Science and Technology, Mohamed Khider University, Biskra, Algeria

https://orcid.org/ 0000-0003-0260-5364

Abstract

Acetaminophen (paracetamol), a commonly used analgesic and antipyretic pharmaceutical, is frequently detected in surface and groundwater sources due to its high consumption and incomplete removal by conventional wastewater treatment systems.

The presence of excessive mineral salts can significantly affect the performance of water treatment processes aimed at removing organic pollutants. The objective of this study is to highlight the impact of total mineralization in the waters of the Biskra region (southeastern Algeria) on the elimination of Acetaminophen by aluminum sulfate-based coagulation-flocculation. The presence of mineral salts, along with the relative proportions of promoting and inhibiting elements, directly influences both the removal mechanisms and the efficiency of organic matter elimination, as well as the coagulant dosage required. For each water type tested, stoichiometric relationships were established between the coagulant dose and the initial concentration of the organic pollutant.

Keywords: Mineral salts, Acetaminophen, Biskra waters, Coagulation-flocculation, Stoichiometry.

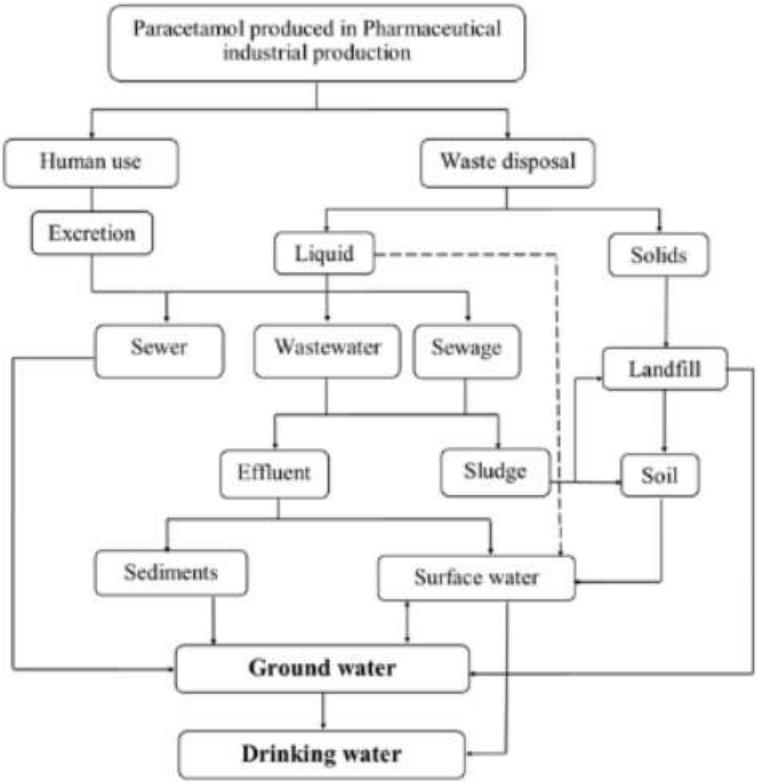
INTRODUCTION

Pharmaceutical contamination of natural water bodies has emerged as a critical environmental challenge, particularly in areas with limited water resources (Morin-Crini et al.,2022). Acetaminophen , one of the most widely used over-the-counter medications for pain and fever relief, is among the most frequently detected pharmaceutical residues in aquatic environments (Wadhah Hassan et al.,2017). Although acetaminophen is considered biodegradable, its continuous release into the environment through domestic wastewater and hospital effluents(Scheme 1) contributes to its persistent presence in surface and groundwater (Żur et al.,2018).

In southern Algeria, the situation is compounded by the high mineralization of available water sources, largely due to the region's arid climate and geological composition(Bacha and Achour, 2023). Groundwaters in this area often contain elevated concentrations of calcium, magnesium, sulfates, and bicarbonates, all of which can affect the performance of water treatment processes. Given the limited access to advanced technologies in rural and remote areas, conventional

treatment methods such as coagulation-flocculation remain the primary approach for improving water quality.

Although widely used for turbidity and microbial reduction, coagulation-flocculation's capacity to remove low molecular weight and hydrophilic pharmaceuticals like acetaminophen remains insufficiently understood, particularly in highly mineralized water matrices. This study aims to evaluate the impact of mineral content on the removal efficiency of acetaminophen using aluminium sulfate, providing practical insights into optimizing treatment for pharmaceutical-laden waters in semi-arid environments. The jar test experiments were initially conducted using acetaminophen solutions prepared in distilled water, followed by tests in three distinct mineralized borehole waters sourced from the Biskra region. A range of experimental variables including (the initial acetaminophen concentration, coagulant dosage, pH levels, and salinity) were systematically varied.



Scheme 1: The possible sources and pathways for the occurrence

of paracetamol residues in the aquatic environment(Wadhah Hassan et al.,2017)

MATERIALS AND METHODS

Preparation of organic compound solutions

The synthetic solutions were distilled water (pH=6.07 to 6.79, conductivity =2 to 5 µs/cm) and borehole water from the Biskra region (south-east Algeria) (pH= 7.6 to 7.88 and conductivity = 1.02 to 4.29ms/cm), each spiked with acetaminophen (Table 1) at a concentration of 2 to 15 mg/l.

Table 2 presents the physicochemical characteristics of borehole water from the Biskra region (south-east Algeria).

Table 1. Chemical characteristics of acetaminophen.

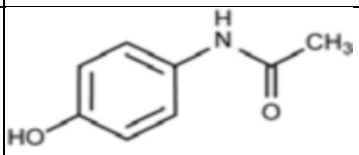
Compound	**Chemical Structure**	**Molecular weight (g/mol) +PKa**	**Références**
Acetaminophen		**151,16** Pka_{OH} = 9,5	Clayden et al.(2012)

Table 2 Physicochemical characteristics of acetaminophen dilution water (borehole waters from the Biskra region)

Characteristics	**Groundwater samples**		
	Drouh	**Wadi El Hai**	**Camping**
Temperature (°C)	16.5	18.5	17
pH	7.88	7.6	7.6
TH (°F)	65.6	75.2	136.8
TAC (°F)	16	15.6	19.6
Ca^{2+} (mg/L)	90	92.3	163
Mg^{2+} (mg/L)	103.44	125.1	230.52
Cl^{-} (mg/L)	94.6	1100	2440
SO_4^{2-}(mg/L)	332	440	592
NO_3^{-} (mg/L)	8.4	9.5	33.5
Na^{+} (mg/L)	45.23	468.33	846.34
K^{+} (mg/L)	2.03	5.03	13.22
PO_4^{3-}(mg/L)	0.3	0.1	0.6
Conductivity ($ms.cm^{-1}$)	1.02	2.45	4.29

Coagulant preparation

A 10g/l stock solution is prepared periodically by dissolving aluminum sulfate (Al2 (SO4)3, 18H_2O) in distilled water.

Determination methods

Residual concentrations of acetaminophen are determined by UV spectrophotometry from calibration curves of absorbance versus concentration (Figure 1).

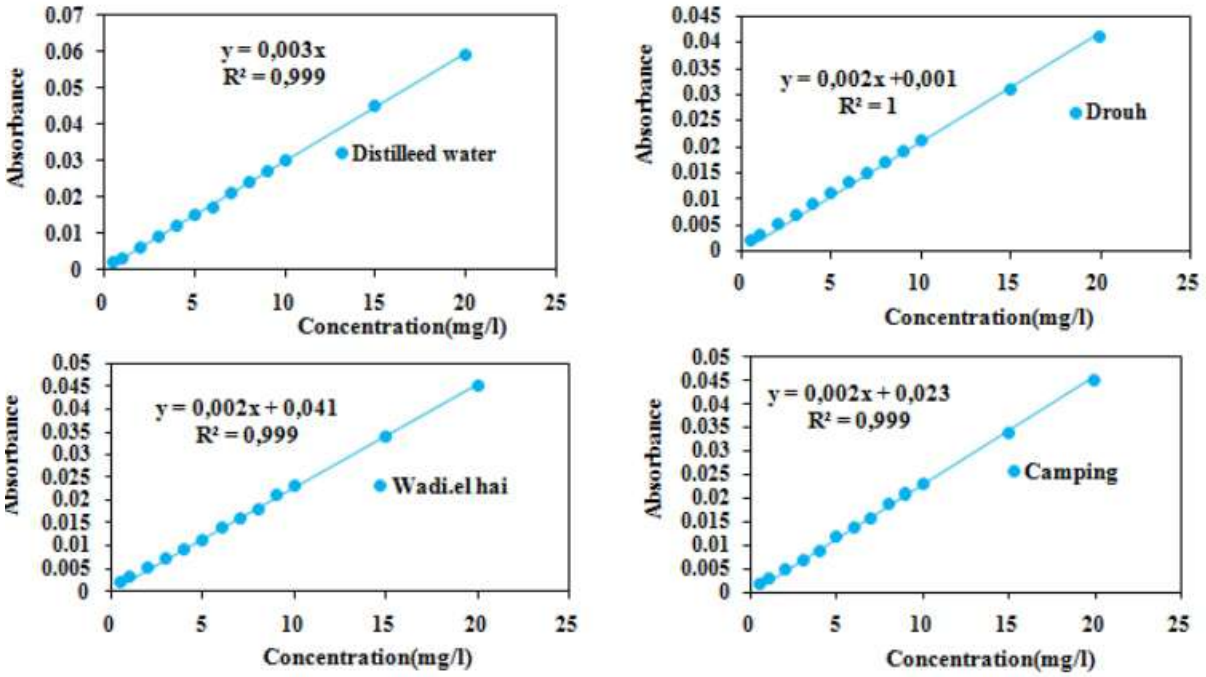


Figure 1: Calibration curves of absorbance in UV (AbsUV) versus initial concentrations (C_0) of acetaminophen solutions (λ = 245nm)

Description of the Jar test

All the coagulation-flocculation tests were carried out according to the "Jar-Test" protocol on a flocculator with six stirrers (Ficher 1198), which makes it possible to simultaneously stir the solutions of humic acid and coagulant. Each sample was stirred rapidly at 200 rpm for 2 minutes after the coagulant was added. Subsequently, the speed was reduced to 60 rpm for 30 minutes. Finally, the flocs were allowed to settle for 30 minutes before filtration through a 0.45 µm cellulose membrane (Bacha and Achour, 2015). The supernatant was sampled for analysis of the residual acetaminophen by spectrophotometry. The acetaminophen removal efficiency is evaluated by the following relationship:

$$Efficiency\% = \frac{C_0 - C_f}{C_0} \times 100$$

where C_0 and C_f in mg/l represent the initial and final concentrations of acetaminophen, respectively.

RESULTS AND DISCUSSION

Effect of aluminum sulphate dosage on removal of various acetaminophen concentrations in distilled water at pH 7.

Our preliminary tests focused on the coagulation-flocculation of acetaminophen in distilled water. For increasing doses of coagulant, we observed the efficiency of the removal of acetaminophen (E%) during the variation of the initial concentration of acetaminophen (C_0) and that of the pH of the solutions (Fig. 2).

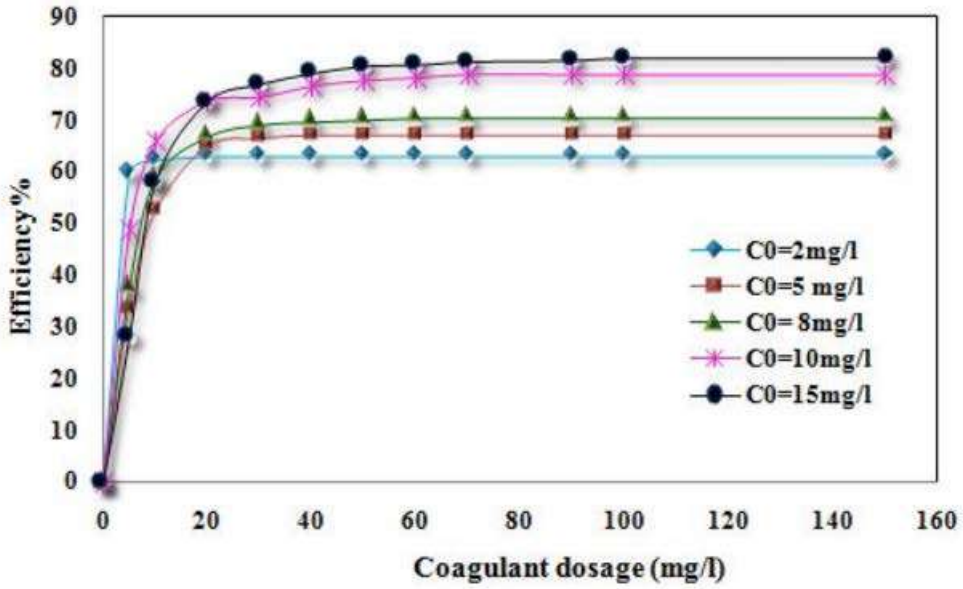


Figure 2: Aluminum sulphate dosage effect on various acetaminophen concentrations C_0 removal in distilled water at pH 7.

Based on the results of Fig. 2, we observe that the optimal coagulant doses increase with the initial concentration of acetaminophen, and the optimum efficiencies are variable according to the initial concentrations.

The acetaminophen removal percentages are globally significant and sometimes exceed 80 %. Beyond the optimal dose, elimination percentages stabilize.

Coagulation mechanisms of acetaminophen at pH 7 in distilled water

The efficiency curves (Fig.2) demonstrate that higher coagulant demand and improved yield are the outcomes of increasing the acetaminophen concentration. Furthermore, there is always an optimal dosage of aluminium sulphate for all acetaminophen concentrations, beyond which the elimination efficiency stabilises. In general., pH 7 exhibits better acetaminophen elimination efficiency. Reaction mechanisms between acetaminophen and aluminium sulphate (or its hydrolysis products) are influenced by pH, as the speciation of both aluminium and acetaminophen changes.

Aluminum speciation: At neutral pH, aluminium sulphate hydrolyzes to form various aluminum hydroxide species, including: $Al(OH)^{2+}$, $Al(OH)_2^{+}$, $Al(OH)_3$.

Acetaminophen **speciation**: acetaminophen remains largely protonated as neutral molecules under acidic conditions. It exists in its protonated form H-acetaminophen, with its hydroxyd acid group remaining neutral.

Adsorption of acetaminophen onto the precipitated aluminum hydroxide, Al $(OH)_3$, is a primary removal mechanism. The high surface area and charge properties of Al $(OH)_3$ facilitate this process (Alexander et al., 2012).

EFFECT OF WATER SALINITY ON ACETAMINOPHEN FLOCCULATION

In the second step of our study, we tested the behavior of acetaminophen during coagulation-flocculation when various concentration of acetaminophen (2 to 15 mg /l) were added to saline groundwater from the Biskra region. The characteristics of these borehole waters (Drouh, Wadi el hai , Camping) were previously reported in Table 2. Fig. 3 shows, as an example, the evolution of the efficiency of elimination of 10 mg /l as a function of the dose of coagulant.

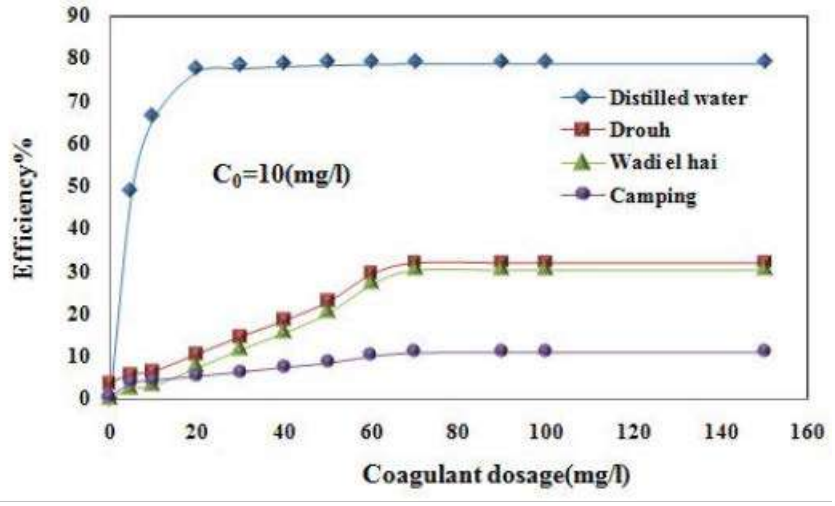


Figure 3 : Evolution of removal yields of acetaminophen depending on the coagulant dosage in various mineralied waters(C_0= 10mg/l)

Whatever their dilution medium, and in fact also whatever the initial content of acetaminophen, the same shape of the curves is observed. We can thus observe that globally, two zones are to be distinguished:

- A first zone where the yield increases significantly up to a value corresponding to the optimum acetaminophen removal.
- A second zone where performance stabilizes even in the presence of excess coagulant.

Optimal coagulant dosage and acetaminophen removal effectiveness for varying water salinities.

Table 3 summarizes the acetaminophen removal yield values and optimum dosage of aluminum sulfate for each concentration of acetaminophen tested and for each type of dilution water.

Table 3: Optimal coagulant dosage and acetaminophen removal effectiveness for varying water salinities.

Dilution water of acetaminophen								
(C_0) (mg/l)	**Distilled Water (pH = 7)**		**Drouh pH=7.88 C=1.02mS/cm TH=65.6°F**		**Wadi el Hai pH=7.6C=2.45mS/cm TH= 75.2°F**		**Camping pH=7.77 C=4.29mS/cm TH= 136.8°F**	
	Optimum coagulant dosage(mg/l)	**Optimal efficiency %**	**Optimum coagulant dosage(mg/l)**	**Optimal efficiency %**	**Optimum coagulant dosage(mg/l)**	**Optimal efficiency %**	**Optimum coagulant dosage(mg/l)**	**Optimal efficiency %**
2	20	65.58	20	24.22	20	23.77	10	5.65
5	40	67.79	30	26.36	30	24.92	20	7.42
8	60	70.64	50	30.11	50	28.48	30	9.27
10	70	78.87	70	31.88	70	30.33	70	10.81
15	100	80.74	100	35.90	100	32.57	100	13.76

At the optimum, these results highlight that,in distilled water, the yields and the coagulant demand increase with the increase in the concentrations of the organic compound.

This data set offers insightful information about how to best optimise coagulation procedures in a range of operational conditions. It becomes clear that coagulant dosage and removal effectiveness are significantly influenced by pH and (C_0).

From the results in Table 3, many key aspects can be deduced. Thus, as in distilled water, the higher the initial concentrations of acetaminophen, the greater the coagulant dosage but ,in mineralized water ,the removal efficiencies decrease with the increase of the salinity of the water. Among the groundwaters tested, and for close pH values, the hardest and most mineralized waters seem hinder coagulation of acetaminophen.

Stoichiometric relationship between coagulant dosage and acetaminophen in saline waters.

The results of the coagulation-flocculation of acetaminophen throughout our studies demonstrated that, the organic compound's elimination efficiencies increased simultaneously with the compound's initially concentrations.As a result, we can presume that the reaction between aluminium sulphate and acetaminophen may be stoichiometric. We utilised the findings in Fig. 2 to demonstrate a stoichiometric relationship between the optimal amount of aluminium sulphate and the initial level of acetaminophen in distilled water.

Table 3 summarizes the results concerning the efficiencies (E%) and the optimum doses for various mineralized water and each initial concentration C_0 of acetaminophen. Each concentration tested has an optimal coagulant dosage where effectiveness reaches its maximum.

Stoichiometric relationship

Linear stoichiometric relationships can be obtained by using the linear least squares method by adjusting each pair of values of the two parameters (the initial concentration of acetaminophen and the optimal dose of aluminium sulphate).

The "optimal dose of coagulant versus initial concentration of acetaminophen " relationship has a high correlation coefficient (R^2).

These are the stoichiometric relationships between the initial concentration of acetaminophen and the optimal dosage of aluminium sulphate for each water(Table 4).

The stoichiometric relationships between the optimal dose of aluminium sulfate and the initial concentration of acetaminophen are as follows:

Y = Optimal coagulant dosage (mg/L)

X= Initial concentration of DFC (mg/L)

Table 4: Stoichiometric relationship between coagulant and acetaminophen for various salinities of water. Y= coagulant dose; X= C_0 initial concentration of acetaminophen.

Water dilution of acetaminophen			
Distilled Water (pH = 7)	**Drouh**	**Wadi el Hai**	**Camping**
Y=7X	Y=7X	Y=7X	Y=6X
R^2 =0.97	R^2 =0.99	R^2 =0.99	R^2 =0.85

The resulting regression lines' slope indicated that 7 mg of coagulant was needed to treat 1 milligramme of acetaminophen at pH = 7.

Black et al. first reported coagulation reactions in 1963. These reactions were based on the stoichiometry between the coagulant and organic materials, such as humic compounds. The ratio of the concentration of NOM or DOC to the coagulant dosage needed for coagulation depends on pH. The organic compound's negative charge generates a coagulant demand.Higher coagulant dosage is required for the dissolved organic fraction than that for the insoluble organic fraction.

Shin et al., (2008), suggested that the stoichiometry depends on the types of organic substances to be treated, coagulant types and solution conditions.

CONCLUSION

We have now embarked on a fundamental aspect of our study: establishing relationships between water chemical composition and yield variation, on the one hand, and stoichiometric laws on the other.

In mineralized aqueous media, the evolution of acetaminophen by flocculation with aluminum sulfate shows that the doses of coagulant required in these media are much higher. The removal efficiency of acetaminophen in mineralized waters is closely linked to the presence of mineral salts, and their relative proportions between promoting and inhibiting elements such as sulfates, phosphates or chlorides can be considered as competing ligands that can interfere with the

precipitation of aluminum hydroxides by displacing OH^- ions, and this may explain the higher coagulant demands in mineralized media. A clear decrease in acetaminophen removal yields was observed when moving from distilled water to the most mineralized water (Camping water). With regard to the stoichiometric relationships between optimum coagulant dose and initial acetaminophen concentration, the relationships established revealed variable stoichiometric coefficients depending on the total hardness of the waters tested.

REFERENCES

Morin-Crini, N., Lichtfouse, E., Liu, G., Balaram, V., Ribeiro, A. R. L., Lu, Z., Crini, G. (2022). Worldwide cases of water pollution by emerging contaminants: a review. *Environmental Chemistry Letters*, *20*(4), 2311-2338. https://doi.org/10.1007/s10311-022-01447-4

Wadhah Hassan, A. E., Ali Gamal, A. K., Khalid Mohammed, N., & Qais Yusuf, M. A. (2017). Occurrence of paracetamol in aquatic environments and transformation by microorganisms: A review. *Chronicles of pharmaceutical science*, *1*, 341-355.

Żur, J., Piński, A., Marchlewicz, A., Hupert-Kocurek, K., Wojcieszyńska, D., & Guzik, U. (2018). Organic micropollutants paracetamol and ibuprofen—toxicity, biodegradation, and genetic background of their utilization by bacteria. *Environmental Science and Pollution Research*, *25*, 21498-21524. https://doi.org/10.1007/s11356-018-2517-x

BACHA N., ACHOURS. (2023). Polymerichumic material removal by coagulation-flocculation, Stoichiometric dosage aluminum sulphate/humic acid in saline aqueous media, Larhyss Journal.,No 53, pp. 199-217

ALEXANDER J.T., HAIF.I., AL-ABOUDT.M. (2012). Chemical coagulation-based processes for trace organic contaminant removal: Current state and future potential,Environmental Management, pp. 195-207. http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.07.023

Shin, J. Y., Spinette, R. F., & O'melia, C. R. (2008). Stoichiometry of coagulation revisited. *Environmental science & technology*, *42*(7), 2582-2589. https://doi.org/10.1021/es071536o

Black, A. P., Singley, J. E., Whittle, G. P., & Maulding, J. S. (1963). Stoichiometry of the Coagulation of Color-Causing Organic Compounds With Ferric Sulfate. *Journal-American Water Works Association*, *55*(10), 1347-1366.

STATISTICAL K_a-CONVERGENCE OF MAX-PRODUCT APPROXIMATING OPERATORS

Selin ÇINAR

Asst. Prof., Sinop University, 0000-0002-6244-6214

Abstract

Korovkin-type approximation theorems are one of the basic approaches that provide an approximate representation of continuous functions by positive linear operators. In particular, the classical Korovkin theorem guarantees that convergence on certain test functions will hold for all continuous functions. This theorem was not only the starting point, but was also studied by many mathematicians, generalizing and deepening it from different directions. In the literature, there are versions of this theorem extended to various function spaces, different operator classes, and alternative types of convergence. The structural properties of the operators used in convergence theory are quite decisive in terms of the approximation results obtained. Positivity ensures that operators can control the target function, which is a fundamental precondition for Korovkin-type theorems in particular. For this reason, recent studies emphasize that the positivity feature is indispensable and cannot be changed. On the other hand, although the linearity property plays an important role in classical approaches, it has been shown in current research that this property can be generalized or weakened. In this context, the use of structures such as max-product, max-min, or non-linear integral operators offers a more flexible approach and shows that convergence can be achieved without the linearity condition. As a result, while the positivity of operators remains a fundamental property that must be preserved in approximation theory, it is possible to reach more general and powerful results by relaxing the linearity condition in various contexts. In this study, we prove the problem of approximation of continuous functions by considering max-product operators by exploiting the statistical notion of K_a-convergence. We also study error estimation corresponding to this approximation. Finally, we present an example that satisfies our theoretical results.

Keywords: Statistical convergence, K_a-convergence, Max-product operator

1. INTRODUCTION

The Korovkin theorem proves the uniform convergence in the space $C([a,b])$ of all the continuous real functions defined on the interval $[a,b]$, for a sequence of positive linear operators (L_i) acting on $C([a,b])$; assuming the convergence only on the test functions $1, x, x^2$ (Korovkin, 1960). The classical Korovkin theorem basically allows us to approximate a function using positive linear operators (Korovkin, 1960).

However, recently, the focus has been on the answer to the question of whether the linear property of approximation operators can be improved. Then, Bede et. al. (Bede et al. 2006;-Bede et al. 2016) showed that the linearity property is not the only property that allows us to construct certain approximation operators, and they showed that it is possible to and some approximation operators such as max-min Sherpard and max-product. Following this notion

such approximation results were extended using different convergence methods and summation process by max-product operators (Duman, 2010; Gökçer and Duman, 2016; Yurdakadım and Taş, 2018).

Lazić and Jovović introduced the concept of K_a-convergence and its properties (Lazić and Jovović, 1993). More recently, Orhan and Demirci used K_a-convergence method and showed this method's importance in approximation theory (Orhan and Demirci, 2018).

In this paper, we will present an approximation theorem by max-product operators via the notion of statistical K_a-convergence. We also calculate the error in this approximation. Finally, we present an example that satisfies the conditions of our main theorem.

Now let's remind some definitions and notations that are necessary for our study.

The notion of statistical convergence was first introduced by (Fast, 1951) and (Steinhauss, 1951), independently.

Let E be a subset of $\mathbb{N}$, the set of natural numbers, then the natural density of E, denoted by $\delta(E)$, is given by:

$$\delta(E) := \lim \frac{1}{n} |(i \leq n : i \in E)|$$

whenever the limit exists, where $|B|$ denotes the cardinality of the set B (Niven and Zuckerman, 1980). Then a sequence $x = (x_i)$ of numbers is statistically convergent to L provided that, for every $\varepsilon > 0$,

$$\delta(\{i \in \mathbb{N} : |x_i - L| \geq \varepsilon\}) = 0.$$

In this case we write $\mathrm{st} - \lim x_i = L$ (Fast, 1951; Steinhauss, 1951).

We note that every convergent sequence is statistically convergent, but not conversely.

We now turn our attention to K_a-convergence:

The idea of K_a-convergence was defined by Lazic and Jovovic in (Lazić and Jovović, 1993) which is obviously associated to the matrix

$$A = \begin{pmatrix} a_1 & 0 & 0 & 0 & \cdots \\ a_2 & a_1 & 0 & 0 & \cdots \\ a_3 & a_2 & a_1 & 0 & \cdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{pmatrix}.$$

Let $a = (a_k)$ and $x = (x_i)$ be number sequences, set $K_a(x) = y$, where $y = (y_k)$ and $y_k = \sum_{i=1}^{k} a_{k-i+1} x_i \ (k = 1,2,3, \ldots)$, then we say that $y = (y_k)$ is the K_a-transformation of the $x = (x_i)$.

Definition 1.1 (Lazić and Jovović, 1993) The sequence $x = (x_i)$ of real numbers is said to be K_a-convergent to the number L if, its K_a-transformation $y = (y_k)$ converges to the number L, i.e., $\lim y_k = L$. This limit is denoted by $K_a - \lim x_i = L$.

Proposition 1.2 (Lazić and Jovović, 1993) Let $a = (a_k)$ be a number sequence and the series $\sum a_k$ be absolutely convergent i.e.

$$\sum_{k=1}^{\infty} |a_k| < \infty . \tag{1.1}$$

(i) If $x = (x_i)$ is convergent to, $\lim x_i = L$ and the condition (1.1) is satisfied then,

$$K_a - \lim x_i = L \sum_{k=1}^{\infty} a_k .$$

(ii) A convergence method K_a is regular if and only if the condition (1.1) and

$$\sum_{k=1}^{\infty} a_k = 1 \tag{1.2}$$

are valid (for more properties and details, see also Lazić and Jovović, 1993).

Considering the above and the definitions given in (Yıldız, 2022), let us express the concept of statistical K_a-convergence.

Definition 1.3 Let $x = (x_i)$ be number sequence. Then x is said to be statistically K_a-convergent to the number L if its K_a-transformation $y = (y_k)$ statistically converges to the number L, i.e., $st - \lim y_k = L$.

Now let's explain the max-product operator and its properties, which are important for our work.

Let (X, d) be an arbitrary compact metric space; and let $C(X, [0, \infty))$ denote the space of all non-negative continuous functions on X. Now, consider the maximum product operators defined as follows

$$L_i(f; x) = \bigvee_{m=0}^{i} K_{i,m}(x) \cdot f(x_{i,m}) \tag{1.3}$$

where $x \in X$, $i \in \mathbb{N}$, $x_{i,m} \in X$ $(m = 0,1, \ldots)$, $f \in C(X, [0, \infty))$, and $K_{i,m}(\cdot)$ is a non-negative continuous function on X.

The $\bigvee \cdot$ symbol indicates the maximum operation. The maximum product operators (1.3) were first studied in the paper (Bede et al., 2008). While the operators have the positive property, they are not linear. In fact, they satisfy the pseudo-linearity property as follows:

$$L_i\left(\alpha \cdot f \bigvee \beta \cdot g\right) = \alpha L_i(f;x) + \beta L_i(g;x)$$

holds for all $f, g \in C(X,[0,\infty))$ and for any non-negative number α, β (Bede et al., 2008).

The following lemma will be necessary to prove our main results.

Lemma 1.4 (Bede et al., 2008) For any $a_m, b_m \in [0,\infty)$, $m = 0,1,...i$, we have

$$\left|\bigvee_{m=0}^{i} a_m - \bigvee_{m=0}^{i} b_m\right| \leq \bigvee_{m=0}^{i} |a_m - b_m|.$$

2. MAIN RESULTS

In this section, approximation theorems will be proven using the statistical K_a-convergence concept. Then, an example that satisfies the conditions of our theorem will be presented.

The test functions we will use here are as follows

Now, for $y \in Y$, consider the test function $e_0(y) := 1$ and the moment function $\varphi_x(y) := d^2(y,x)$ for each fixed $x \in X$. Then we get the next main approximation theorem.

Theorem 2.1 Let $a = (a_k)$ be a number sequence and $\sum_{k=1}^{\infty} |a_k| < \infty$. If the operators L_i given by (1.3) satisfy the following conditions:

$$st - \lim \left\| \sum_{i=1}^{k} |a_{k-i+1}| L_i(e_0) - e_0 \right\| = 0 \tag{2.1}$$

and

$$st - \lim \left\| \sum_{i=1}^{k} |a_{k-i+1}| L_i(\varphi_x) \right\| = 0 \tag{2.2}$$

then for all $f \in C(X,[0,\infty))$, we have

$$st - \lim \left\| \sum_{i=1}^{k} a_{k-i+1} L_i(f) - f \right\| = 0.$$

$x \in X$

Proof: Let and $f \in C(X,[0,\infty))$ be given. By definition of operators and using Lemma 1.4, we may write

$$\left|\sum_{i=1}^{k} a_{k-i+1} L_i(f;x) - f(x)\right|$$

$$= \left| \sum_{i=1}^{k} a_{k-i+1} \left(\bigvee_{m=0}^{i} K_{i,m}(x) \cdot f(x_{i,m}) - \bigvee_{m=0}^{i} K_{i,m}(x) \cdot f(x) + \bigvee_{m=0}^{i} K_{i,m}(x) \cdot f(x) \right) - f(x) \right|$$

$$\leq \sum_{i=1}^{k} |a_{k-i+1}| \bigvee_{m=0}^{i} K_{i,m}(x) \cdot |f(x_{i,m}) - f(x)| + |f(x)| \sum_{i=1}^{k} |a_{k-i+1}| |L_i(e_0) - e_0|.$$

By the uniform continuity of f on compact set X, for a given $\varepsilon > 0$, one can find a $\delta > 0$ such that the following inequality

$$|f(x_{i,m}) - f(x)| \leq \varepsilon + \frac{2\|f\|}{\delta^2}\varphi_x(x_{i,m}),$$

$x, x_{i,m} \in X$

holds for all . Then we get

$$\left|\sum_{i=1}^{k} a_{k-i+1}L_i(f;x) - f(x)\right|$$

$$\leq \varepsilon \sum_{i=1}^{k} |a_{k-i+1}||L_i(e_0)| + \frac{2\|f\|}{\delta^2}\sum_{i=1}^{k} |a_{k-i+1}||L_i(\varphi_x;x)| + |f|\sum_{i=1}^{k} |a_{k-i+1}||L_i(e_0;x) - e_0(x)|$$

$$\leq \varepsilon + (\varepsilon + \|f\|)\sum_{i=1}^{k} |a_{k-i+1}||L_i(e_0;x) - e_0(x)| + \frac{2\|f\|}{\delta^2}\sum_{i=1}^{k} |a_{k-i+1}||L_i(\varphi_x;x)|$$

$$\leq \varepsilon + M\left\{\sum_{i=1}^{k} |a_{k-i+1}||L_i(e_0;x) - e_0(x)| + \sum_{i=1}^{k} |a_{k-i+1}||L_i(\varphi_x;x)|\right\}$$

where $M := \max\left\{\varepsilon + \|f\|, \frac{2\|f\|}{\delta^2}\right\}$.

$x \in X$

Then, taking supremum over , we have

$$\left\|\sum_{i=1}^{k} a_{k-i+1}L_i(f) - f\right\| \leq \varepsilon + M\left\{\left\|\sum_{i=1}^{k} |a_{k-i+1}|L_i(e_0) - e_0\right\| + \left\|\sum_{i=1}^{k} |a_{k-i+1}|L_i(\varphi_x)\right\|\right\}$$ (2.3)

$\varepsilon < r$

For a given $r > 0$, choose an $\varepsilon > 0$ such that , and then define the sets:

$$D := \left\{k \in \mathbb{N}: \left(\left\|\sum_{i=1}^{k} a_{k-i+1}L_i(f) - f\right\| \geq r\right)\right\},$$

$$D_1 := \left\{k \in \mathbb{N}: \left(\left\|\sum_{i=1}^{k} |a_{k-i+1}|L_i(e_0) - e_0\right\| \geq \frac{r-\varepsilon}{2M}\right)\right\},$$

$$D_2 := \left\{k \in \mathbb{N}: \left(\left\|\sum_{i=1}^{k} |a_{k-i+1}|L_i(\varphi_x)\right\| \geq \frac{r-\varepsilon}{2M}\right)\right\}.$$

It follows from (2.3) that

$D \subset D_1 \cup D_2$

which gives

$\delta(D) \leq \delta(D_1) + \delta(D_2)$. From (2.1) and (2.2), we obtain

$$st - \lim \left\|\sum_{i=1}^{k} a_{k-i+1}L_i(f) - f\right\| = 0.$$

The proof is complete.

Now, we will obtain the error estimate of the statistical K_a-convergence in the main theorem. Let us recall the lemma given by Duman below (Duman, 2010).

Lemma 2.2 (Duman, 2010) For every $a_m, b_m \geq 0,\ (m = 0,1, \ldots i)$, we have

$$\bigvee_{m=0}^{i} a_m b_m \leq \sqrt{\bigvee_{m=0}^{i} a_m{}^2} \sqrt{\bigvee_{m=0}^{i} b_m{}^2}.$$

For the classical modulus of continuity it is well known that

$$\omega(f, \lambda\delta) \leq (\lambda + 1)\omega(f; \delta)$$

for any $\lambda, \delta \geq 0$. Then let us prove the following theorem.

Theorem 2.3 Let $a = (a_k)$ be a number sequence and $\sum_{k=1}^{\infty} |a_k| < \infty$. Then, for all $f \in C(X, [0, \infty))$, we have

$$\left\|\sum_{i=1}^{k} a_{k-i+1} L_i(f) - f\right\| \leq \omega(f; \delta_k)\left\|\sum_{i=1}^{k} |a_{k-i+1}| L_i(e_0)\right\| + \omega(f; \delta_k)\sqrt{\left\|\sum_{i=1}^{k} |a_{k-i+1}| L_i(e_0)\right\|}$$

$$+ \|f\| \left\|\sum_{i=1}^{k} |a_{k-i+1}| L_i(e_0) - e_0\right\|,$$

where $\delta_k := \sqrt{\left\|\sum_{i=1}^{k} |a_{k-i+1}| L_i(\varphi_x)\right\|}$.

$x \in X$

Proof: Let and $f \in C(X, [0, \infty))$ be given. Then, as in proof Theorem 2.1, we obtain that,

For any $\delta > 0$,

$$\left|\sum_{i=1}^{k} a_{k-i+1} L_i(f; x) - f(x)\right|$$

$$\leq \sum_{i=1}^{k} |a_{k-i+1}| \bigvee_{m=0}^{i} K_{i,m}(x) \cdot \left|f(x_{i,m}) - f(x)\right| + |f(x)| \sum_{i=1}^{k} |a_{k-i+1}| |L_i(e_0; x) - e_0(x)|$$

$$\leq \sum_{i=1}^{k} |a_{k-i+1}| \bigvee_{m=0}^{i} K_{i,m}(x) \omega\left(f; d(x_{i,m}, x)\right) + |f(x)| \sum_{i=1}^{k} |a_{k-i+1}| |L_i(e_0; x) - e_0(x)|$$

$$\leq \omega(f; \delta) \sum_{i=1}^{k} |a_{k-i+1}| \bigvee_{m=0}^{i} K_{i,m}(x) \left(1 + \frac{d(x_{i,m}, x)}{\delta}\right) + |f(x)| \sum_{i=1}^{k} |a_{k-i+1}| |L_i(e_0; x) - e_0(x)|.$$

Then we get

$$\left|\sum_{i=1}^{k} a_{k-i+1} L_i(f; x) - f(x)\right|$$

$$\leq \omega(f;\delta)\sum_{i=1}^{k}|a_{k-i+1}|L_i(e_0;x)+\omega(f;\delta)\sum_{i=1}^{k}|a_{k-i+1}|\bigvee_{m=0}^{i}K_{i,m}(x)d\left(x_{i,m},x\right)$$

$$+|f(x)|\sum_{i=1}^{k}|a_{k-i+1}||L_i(e_0;x)-e_0(x)|.$$

Lemma 2.2, then we have

$$\left|\sum_{i=1}^{k}a_{k-i+1}L_i(f;x)-f(x)\right|$$

$$\leq \omega(f;\delta)\sum_{i=1}^{k}|a_{k-i+1}|L_i(e_0;x)+\frac{\omega(f;\delta)}{\delta}\sum_{i=1}^{k}|a_{k-i+1}|\bigvee_{m=0}^{i}K_{i,m}(x)d\left(x_{i,m},x\right)$$

$$+|f(x)|\sum_{i=1}^{k}|a_{k-i+1}||L_i(e_0;x)-e_0(x)|$$

$$\leq \omega(f;\delta)\sum_{i=1}^{k}|a_{k-i+1}|L_i(e_0;x)+\frac{\omega(f;\delta)}{\delta}\sum_{i=1}^{k}|a_{k-i+1}|\sqrt{L_i(e_0;x)}\sqrt{L_i(\varphi_x;x)}$$

$$+|f(x)|\sum_{i=1}^{k}|a_{k-i+1}||L_i(e_0;x)-e_0(x)|.$$

Now applying again the Cauchy-Schwartz inequality, we obtain that

$$\left|\sum_{i=1}^{k}a_{k-i+1}L_i(f;x)-f(x)\right|$$

$$\leq \omega(f;\delta)\sum_{i=1}^{k}|a_{k-i+1}|L_i(e_0;x)+\frac{\omega(f;\delta)}{\delta}\sqrt{\sum_{i=1}^{k}|a_{k-i+1}|\,L_i(e_0;x)}\sqrt{\sum_{i=1}^{k}|a_{k-i+1}|\,L_i(\varphi_x;x)}$$

$$+|f(x)|\sum_{i=1}^{k}|a_{k-i+1}||L_i(e_0;x)-e_0(x)|.$$

Letting supremum over $x\in X$ and also taking $\delta:=\delta_k=\sqrt{\left\|\sum_{i=1}^{k}|a_{k-i+1}|L_i(\varphi_x)\right\|}$, we get

$$\left\|\sum_{i=1}^{k}a_{k-i+1}L_i(f)-f\right\|\leq\omega(f;\delta_k)\left\|\sum_{i=1}^{k}|a_{k-i+1}|L_i(e_0)\right\|+\omega(f;\delta_k)\sqrt{\left\|\sum_{i=1}^{k}|a_{k-i+1}|L_i(e_0)\right\|}$$

$$+\|f\|\left\|\sum_{i=1}^{k}|a_{k-i+1}|L_i(e_0)-e_0\right\|,$$

which completes the proof.

Now let's give an example that satisfies the conditions of our main theorem.

Example 2.4 Let $a=(a_k)=(1,0,-1,0,0,\ldots)$ and let

$$x = (x_i) = \left(1,1,\frac{1}{2^3},\frac{1}{2^4},1,1,\frac{1}{2^7},\frac{1}{2^8},1,1,\ldots\right). \tag{2.4}$$

Observe that, $\sum_{k=1}^{\infty}|a_k| = 2$ and $\sum_{k=1}^{\infty} a_k = 0$. Now take $X = [0,1]$, $i \in \mathbb{N}$, $x_{i,m} = \frac{m}{i} \in [0,1]$ $(m = 0,1,\ldots.)$, and

$$K_{i,m}(x) := \frac{\binom{i}{m}x^m(1-x)^{i-m}}{\bigvee_{n=0}^{i}\binom{i}{n}x^n(1-x)^{i-n}}. \tag{2.5}$$

Using (2.5), Bede and Gal (Bede and Gal, 2010) introduced the max-product Bernstein operators as follows:

$$B_i^M(f;x) := \bigvee_{m=0}^{i} K_{i,m}(x)\cdot f\left(\frac{m}{i}\right) = \frac{\bigvee_{m=0}^{i}\binom{i}{m}x^m(1-x)^{i-m}f\left(\frac{m}{i}\right)}{\bigvee_{n=0}^{i}\binom{i}{n}x^n(1-x)^{i-n}}. \tag{2.6}$$

We know from (Bede and Gal, 2010) that

$$\lim \left\|B_i^M(f) - f\right\| = 0. \tag{2.7}$$

Now using (2.4) and (2.6) we consider the following operators:

$$L_i(f;x) = x_i B_i^M(f;x). \tag{2.8}$$

Indeed, for any $f \in C([0,1],[0,\infty))$ we may write that

$$\left\|\sum_{i=1}^{k} a_{k-i+1}L_i(f) - f\right\| = \left\|\sum_{i=1}^{k} a_{k-i+1}x_i B_i^M(f) - f\right\|$$

$$\leq \sum_{i=1}^{k}|a_{k-i+1}||x_i|\left\|B_i^M(f) - f\right\| + \|f\|\left|\sum_{i=1}^{k}|a_{k-i+1}|x_i - 1\right|$$

$$\leq 2\sum_{i=1}^{k}\left\|B_i^M(f) - f\right\| + \|f\|\left|\sum_{i=1}^{k}|a_{k-i+1}|x_i - 1\right|.$$

Finally, letting $k \to \infty$, we get

$$st - \lim\left\|\sum_{i=1}^{k} a_{k-i+1}L_i(f) - f\right\| = 0.$$

5. KAYNAKLAR

Bede, B., Nobuhara, H., Fodor, J. C., & Hirota, K. (2006). Max-Product Shepard Approximation Operators. *Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics*, 10(4), 494-497.

Bede, B., Nobuhara, H., Daňková, M., & Di Nola, A. (2008). Approximation by pseudo-linear operators. *Fuzzy sets and systems*, 159(7), 804-820.

Bede, B., Schwab, E. D., Nobuhara, H., & Rudas, I. J. (2009). Approximation by Shepard type pseudo-linear operators and applications to image processing. *International journal of approximate reasoning*, 50(1), 21-36.

Bede, B., Coroianu, L., & Gal, S. G. (2009). Approximation and Shape Preserving Properties of the Bernstein Operator of Max-Product Kind. *International journal of mathematics and mathematical sciences*, 2009(1), 590589.

Bede, B., & Gal, S. G. (2010). Approximation by Nonlinear Bernstein and Favard-Szász-Mirakjan Operators of Max-Product Kind. *Journal of Concrete & Applicable Mathematics*, 8(1).

Bede, B. A. R. N. A. B. Á. S., Coroianu, L., & Gal, S. G. (2010). Approximation and shape preserving properties of the nonlinear Baskakov operator of max-product kind. *Studia Universitatis Babeș-Bolyai Mathematica*, 55, 193-218.

Bede, B., Coroianu, L., & Gal, S. G. (2010). Approximation and shape preserving properties of the nonlinear Bleimann-Butzer-Hahn operators of max-product kind. *Commentationes Mathematicae Universitatis Carolinae*, 51(3), 397-415.

Bede, B., Coroianu, L., & Gal, S. G. (2011). Approximation by truncated Favard–Szász–Mirakjan operator of max-product kind. *Demonstratio Mathematica*, 44(1), 105-122.

Bede, B., Coroianu, L., & Gal, S. G. (2016). *Approximation by max-product type operators*. Heidelberg: Springer.

Duman, O. (2010). Statistical convergence of max-product approximating operators. *Turkish Journal of Mathematics*, 34(4), 501-514.

Fast, H. (1951). Sur la convergence statistique. *In Colloquium mathematicae* (Vol. 2, No. 3-4, pp. 241-244).

Gökçer, T. Y., & Duman, O. (2016). Summation process by max-product operators. In *Computational Analysis: AMAT, Ankara, May 2015 Selected Contributions* (pp. 59-67). Cham: Springer International Publishing.

Korovkin, P. P. (1960). Linear operators and approximation theory.

Lazić, M., & Jovović, V. (1993). Cauchy's operators and convergence methods. *Publikacije Elektrotehničkog fakulteta. Serija Matematika*, 81-87.

Niven, I., & Zuckerman, H. S. (1980). The Theory of Numbers, 4-th Ed.

Orhan, S., & Demirci, K. (2018). K_a-convergence and Korovkin type approximation. *Periodica Mathematica Hungarica*, 77(1), 108-118.

Steinhaus, H. (1951). Quality control by sampling. In Colloquium Mathematicum (Vol. 2, No. 2, pp. 98-108). Polska Akademia Nauk. Instytut Matematyczny PAN.

Yıldız, S. (2022). Approximation via statistical K_a^2-convergence on two-dimensional weighted spaces. *Revista de la Unión Matemática Argentina*, 63(1), 21-39.

Yurdakadim, T., & Tas, E. (2018). Some results for max-product operators via power series method.

3D DOCUMENTATION OF A CRIME SCENE USING TERRESTRIAL LASER SCANNING AND EVALUATION OF SPATIAL ACCURACY IN CRIMINAL ANALYSIS

CİNAYET MAHALLİNİN YERSEL LAZER TARAYICI İLE 3B BELGELENMESİ VE KRİMİNAL ANALİZDE KONUMSAL DOĞRULUĞUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yunus KAYA[1], Abdurahman Yasin YİĞİT[2]

[1]Dr. Öğr. Üyesi., Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği, 0000-0003-2319-4998

[2]Araş. Gör. Dr., Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği, 0000-0002-9407-8022

Özet

Kriminal olay yerlerinin mekânsal olarak doğru, eksiksiz ve hızlı biçimde belgelenmesi, adli süreçlerin sağlıklı işleyişi açısından hayati öneme sahiptir. Delil yerleşimlerinin doğru bir şekilde kaydedilmesi, yalnızca olayın yeniden yorumlanmasına değil; aynı zamanda mahkeme sürecinde delillerin objektif olarak değerlendirilmesine de olanak tanımaktadır. Geleneksel belgelenme yöntemleri bu süreçte zaman alıcı, hata riski taşıyan ve subjektifliğe açık uygulamalara yol açabilmektedir. Bu kapsamda, yersel lazer tarayıcılar (YLT), olay yerlerinin üç boyutlu ve yüksek doğrulukla dijital olarak belgelenmesinde çağdaş ve güvenilir bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışmada, kurgu bir cinayet mahalli senaryosu üzerinde yersel lazer tarama teknolojisi kullanılarak detaylı bir 3B nokta bulutu ve mesh modeli oluşturulmuştur. Lazer tarayıcı ile çok konumlu veri elde edilmiş, sahada oluşturulan tarama noktaları özel yazılım aracılığıyla tek bir referans sisteminde birleştirilmiştir. Bu süreçte iki yönlü doğruluk analizi gerçekleştirilmiştir. İlk olarak, taramaların birleşme hassasiyeti analiz edilmiş ve veri seti içerisindeki geometrik tutarlılık üzerinden ortalama 3.2 mm birleşme hatası hesaplanmıştır. İkinci analiz kapsamında ise olay yerine yerleştirilen sekiz farklı nesneye ait fiziksel ölçümler ile dijital model üzerinden elde edilen ölçümler karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda ortalama mutlak hata 5.8 mm, kök ortalama kare hata ise 6.7 mm olarak bulunmuştur. Elde edilen bulgular, YLT teknolojisinin kriminal olay yeri belgelenmesinde yalnızca görsel bütünlük değil, aynı zamanda ölçümsel doğruluk açısından da yüksek güvenilirlik sunduğunu göstermektedir. Çalışma, harita mühendisliğine özgü tekniklerin adli bilimlerdeki kullanım potansiyelini ortaya koyarak disiplinlerarası iş birliklerine katkı sağlamaktadır.

Anahtar kelimeler: Kriminal belgeleme, olay yeri incelemesi, yersel lazer tarama, üç boyutlu modelleme, konumsal doğruluk

Abstract

The accurate, comprehensive, and rapid spatial documentation of crime scenes is of vital importance for the proper execution of judicial processes. Accurate recording of evidence locations not only allows for the reinterpretation of the event but also ensures that evidence can be objectively evaluated during court proceedings. Traditional documentation methods are often time-consuming, error-prone, and susceptible to subjectivity. In this context, terrestrial

laser scanners (TLS) emerge as a modern and reliable solution for the three-dimensional and high-precision digital documentation of crime scenes. In this study, a simulated homicide scenario was modeled using TLS technology to generate a detailed 3D point cloud and mesh model. Multi-position scans were conducted in the field, and the resulting datasets were registered into a unified coordinate system using specialized software. A two-stage accuracy analysis was carried out throughout the modeling process. First, the internal consistency of the geometric structure within the merged scan data was examined, and the mean registration error was calculated as 3.2 mm. In the second phase of the analysis, eight physical objects placed at the crime scene were measured manually and compared to the corresponding dimensions extracted from the digital model. As a result of this comparison, the mean absolute error was determined as 5.8 mm, and the root mean square error as 6.7 mm. The findings demonstrate that TLS technology provides not only visual completeness but also a high degree of measurement accuracy in crime scene documentation. This study highlights the potential of geospatial engineering techniques in forensic science applications and underscores the value of interdisciplinary collaboration between geomatics and legal investigation domains.

Keywords: Forensic documentation, crime scene investigation, terrestrial laser scanning, three-dimensional modeling, spatial accuracy

1. GİRİŞ

Adli bilimlerde olay yerinin doğru ve eksiksiz biçimde belgelenmesi, yalnızca suçun aydınlatılması için değil, aynı zamanda mahkeme süreçlerinin şeffaf ve adil yürütülebilmesi açısından da kritik öneme sahiptir (Murphy, 2007; Noor vd., 2024). Cinayet, kaza veya benzeri olayların meydana geldiği sahalarda yapılan incelemeler sırasında elde edilen bulgular; tanık ifadeleri, kriminal raporlar ve teknik analizlerle birlikte değerlendirildiğinde, olayın yeniden kurgulanmasına olanak tanıyan en önemli kanıt kaynaklarını oluşturur (Giannelli, 2007). Ancak bu sürecin sağlıklı ilerleyebilmesi, olay yerindeki fiziksel izlerin konumsal olarak doğru, zamanında ve detaylı biçimde belgelenmesine bağlıdır (Doglietto, 2025).

Olay yeri belgelenmesinde geleneksel yöntemler hâlâ yaygın olarak kullanılmakla birlikte, bu yöntemlerin zaman alıcı, operatöre bağımlı ve ölçümsel doğruluk açısından sınırlı olduğu bilinmektedir (Galvin, 2020). Sahadaki fiziksel koşullar, zaman baskısı ve gözleme dayalı değerlendirmeler, delillerin konumlarının eksik veya hatalı kaydedilmesine neden olabilmekte; bu durum adli süreçlerin güvenilirliğini zedeleyebilmektedir (Parfyonov, 2019). Bu tür zayıflıkların giderilmesine yönelik olarak son yıllarda üç boyutlu veri üretim teknolojilerine olan ilgi artmış; temassız ölçüm yöntemleri adli belgeleme pratiğinde alternatif bir yaklaşım olarak öne çıkmıştır (Ariff vd., 2024).

Yersel lazer tarama (YLT) sistemleri, bu bağlamda sunduğu yüksek doğruluk, detay seviyesi ve zaman verimliliği ile sahadaki geometrik gerçekliği dijital ortama aktarmada güçlü bir potansiyel taşımaktadır (Galanakis vd., 2021). Nokta bulutu verisine dayalı olarak üretilen üç boyutlu modeller, yalnızca görsel betimleme değil, aynı zamanda delillerin mekânsal ilişkilerinin nesnel biçimde analiz edilmesine olanak tanımaktadır (Sazaly vd., 2023). Bu kapsamda yapılan çalışmalar arasında, Ariff vd. (2024) olay yerlerinin üç boyutlu görselleştirilmesinin adli raporlarda karar vericiler için anlaşılabilirlik düzeyini artırdığını ortaya koyan çalışması dikkat çekmektedir. Benzer şekilde, Galanakis vd. (2021), YLT ile elde edilen dijital sahnelerin yeniden yapılandırma (reconstruction) süreçlerinde klasik yöntemlere göre daha az hata içerdiğini ve sahneye müdahalesiz tekrar erişimi mümkün kıldığını vurgulamıştır. Somma vd. (2023) ise YLT'nin yalnızca görsel değil, ölçülebilir ve delil odaklı

analizlerde de etkinliğini artırdığını belirterek teknolojinin adli alanda yaygınlaştırılması gerektiğini önermiştir.

Ancak bu teknolojinin kriminal olay yeri bağlamında doğrudan ölçümsel doğruluk üzerinden sistematik biçimde değerlendirildiği uygulamaların sayısı hâlâ sınırlıdır. Bu çalışma, kurgu bir cinayet mahalli üzerinde gerçekleştirilen YLT uygulaması ile olay yeri belgelenmesinin hem görsel hem de sayısal yönlerine odaklanmakta; çok konumlu taramaların birleştirilmesiyle elde edilen veri bütünlüğü ve olay yerinde bulunan sekiz nesneye ilişkin fiziksel-dijital ölçüm karşılaştırmaları üzerinden YLT sistemlerinin konumsal doğruluğunu değerlendirmektedir. Bu yönüyle çalışma, harita mühendisliği temelli mekânsal veri üretiminin adli bilimlerle entegrasyonuna katkı sunan disiplinlerarası bir örnek teşkil etmektedir.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Kurgu Olay Mahallinin Oluşturulması ve Bileşenlerinin Tanımlanması

Çalışma kapsamında yürütülen doğruluk analizleri ve üç boyutlu modelleme süreçleri için, kontrollü koşullarda sahnelenmiş bir cinayet mahalli kurgusu oluşturulmuştur. Bu kurgu, olay yeri inceleme senaryolarında yersel lazer tarayıcıların potansiyelini gerçekçi bir bağlamda değerlendirmek amacıyla tasarlanmıştır. Çalışma alanı olarak L şeklinde dar ve sınırlı bir açık alan tercih edilmiştir. Bu alanın tercih edilme nedeni; hem lazer tarayıcı için çok konumlu tarama gerektiren zorlu bir geometri sunması hem de gerçek olay mahallerinde karşılaşılabilecek mekânsal kısıtlılığı temsil etmesidir. Ayrıca, açık alan tercih edilerek ortamda doğal ışık etkisi ve açık hava koşullarının neden olabileceği yüzey yansımaları gibi unsurların da değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Senaryo gereği maktül, üzerinde dalgıç kıyafeti bulunan cansız bir manken ile temsil edilmiştir. Cansız mankene özel bir kıyafet giydirilmesinin temel nedeni, üretildiği malzemelerin tarayıcı lazeri ile etkileşime girerek yansımaya yol açması ve bu nedenle yüzey verisinin eksik veya hatalı kaydedilme riskidir. Dalgıç kıyafet yüzeyin daha homojen ve taramaya uygun bir yapıda okunmasını sağlamıştır. Mankenin sırtüstü pozisyonda yerleştirilmesiyle, olayın ani geliştiği ve müdahale süresi bulunmadığı varsayımı modellenmiştir.

Olay mahalline, maktülün hemen yakınında bir adet makas yerleştirilmiş ve bu obje, cinayet aleti olarak kabul edilmiştir. Cinayet sahnesinin zenginleştirilmesi amacıyla çevreye devrilmiş saksılar, toprak izleri, ayak izleri ve sahte delil numaraları yerleştirilmiştir. Bu unsurlar, sahnedeki mekânsal karmaşıklığı ve olası analiz senaryolarını desteklemek üzere planlanmıştır.

Sahada toplam sekiz adet delil nesnesi tanımlanmış ve bunların hem fiziksel ölçümleri hem de dijital model üzerinden yapılan boyut analizleri çalışmanın konumsal doğruluk değerlendirmesine temel oluşturmuştur. Ayrıca tarama sırasında referans olarak kullanılan hedef plakaları (checkerboard targets), tarayıcı konumları arasında koordinat dönüşümünü sağlamak amacıyla olay mahallinin farklı noktalarına düzenli biçimde yerleştirilmiştir. Kurgulanan olay mahaline ait görseller Şekil 1'de verilmiştir



Şekil 1. Kurgu Olay Mahalli.

2.2. Tarama Süreci, Veri İşleme ve Modelleme İş Akışı

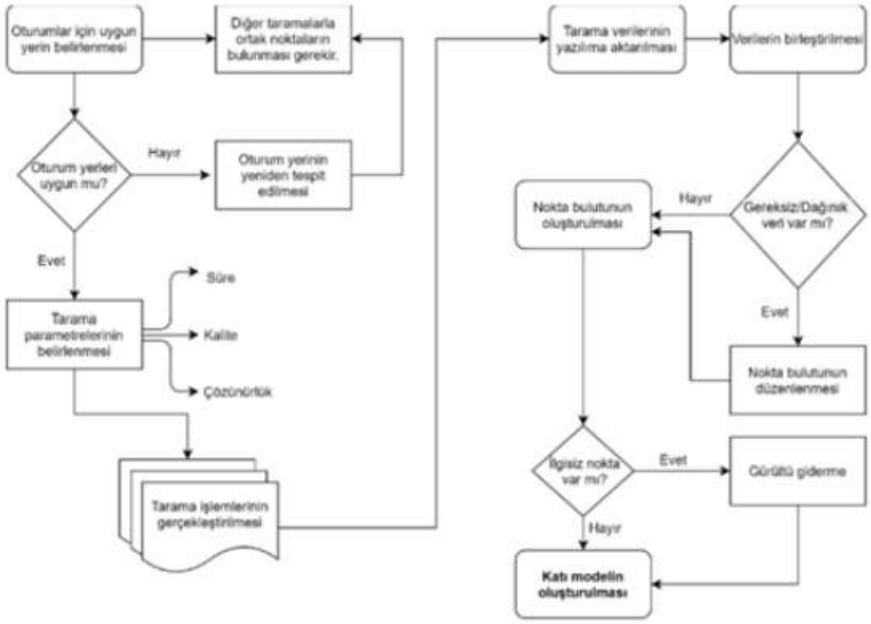
Bu çalışmada olay yeri belgelenmesinde üç boyutlu, yüksek doğruluklu ve temassız ölçüm verisi elde etmek amacıyla Yersel Lazer Tarama (YLT) yöntemi tercih edilmiştir. YLT sistemleri, klasik olay yeri belgeleme yöntemlerine kıyasla, daha kısa sürede daha fazla detay içeren veri sağlayabilmekte ve sahadaki tüm yüzeylerin üç boyutlu olarak modellenmesine olanak tanımaktadır. Ayrıca bu teknoloji, olay yeri sahnesinin dijital ortamda kalıcı biçimde saklanmasını, mekânsal analizlerin daha sonra tekrar yapılabilmesini ve olayın yeniden kurgulanabilmesini mümkün kılmaktadır. Bu bağlamda, YLT kullanımı sadece görsel belgelenme açısından değil, delillerin ölçümsel güvenilirliğini sağlayan kritik bir unsur olarak değerlendirilmiştir.

Tarama işlemleri için FARO Focus S350 marka lazer tarayıcı kullanılmıştır. Bu cihazın tercih edilmesindeki başlıca etkenler; 350 metreye kadar ölçüm menzili, ±2 mm seviyesinde mesafe doğruluğu, 976.000 noktaya kadar saniyelik tarama yoğunluğu ve 360° yatay, 300° dikey tarama yeteneğidir. Kompakt tasarımı, açık alan koşullarında hareket kabiliyetini artırmakta;

entegre GPS, pusula ve iki eksenli eğim sensörü ile veri kaynağının konum ve yönelim doğruluğunu desteklemektedir. Ayrıca cihazın yüksek çözünürlüklü HDR kameraya sahip olması, elde edilen nokta bulutlarının renkli ve detaylı görsel temsiline imkân sağlamıştır.

Tarama sahasında toplamda on farklı oturum gerçekleştirilmiş ve her oturumun konumu sahada görünürlüğü maksimize edecek şekilde planlanmıştır. Oturum yerlerinin seçiminde kör nokta kalmaması, kritik delil nesnelerinin en az iki farklı bakış açısından taranması ve hedef plakalarının her oturumda ortak görünürlük sağlaması temel kriterler olmuştur. Tarama işlemleri, 1/4 çözünürlük ve 3x kalite ayarında, ortalama 7 dakikalık tarama süresiyle gerçekleştirilmiştir. Oturum öncesi parametreler, saha yapısına ve tarayıcı menziline uygun olarak optimize edilmiştir.

Taramaların tamamlanmasının ardından veriler FARO SCENE yazılımına aktarılmış ve oturumlar arası veri bütünleştirme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Her oturumdan elde edilen nokta bulutları, referans hedefler yardımıyla otomatik olarak hizalanmış; ardından fazlalık verilerin elenmesi, parazitlerin filtrelenmesi ve dağınık nokta kümelerinin temizlenmesi işlemleri yapılmıştır. Gerekli temizlik adımları tamamlandıktan sonra yüksek çözünürlüklü birleşik nokta bulutu oluşturulmuş ve bu bulut üzerinden 3B mesh model elde edilmiştir. Şekil 2'de çalışmaya ait genel iş akışı diyagramı sunulmuştur.



Şekil 2. YLT ile İş Akışı.

2.3. Üretilen Modelin Doğruluk Analizi

Gerçekleştirilen tarama ve modelleme işlemlerinin ölçümsel doğruluğunu değerlendirmek amacıyla, sahne üzerinde yer alan toplam sekiz farklı nesneye ait boyutsal ölçümler esas alınmıştır. Her bir nesnenin uzunluk, genişlik veya çap gibi temel geometrik boyutları sahada manuel yöntemlerle ölçülmüş ve aynı nesnelere ait ölçümler üç boyutlu dijital model üzerinde, ilgili yazılım arayüzü kullanılarak yeniden alınmıştır.

Fiziksel ve dijital ölçümler arasındaki farklar, modelin konumsal doğruluğunu değerlendirmede temel kriter olarak kullanılmıştır. Bu doğruluk analizi, Ortalama Mutlak Hata (MAE) ve Kök Ortalama Kare Hata (RMSE) metriklerine dayalı olarak yürütülmüştür. Her iki metrik, mutlak

ve karesel farklara dayalı olarak ölçümler arasındaki sapmanın sistematik biçimde değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

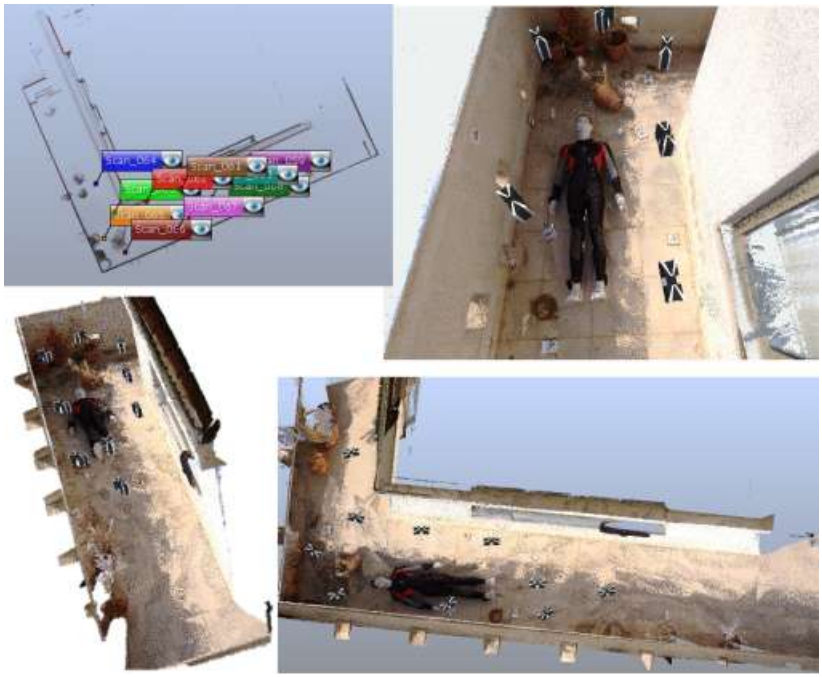
Bu yöntemsel karşılaştırmalar sayesinde, elde edilen nokta bulutu ve modelin adli belgelenme açısından ölçülebilir doğruluk düzeyi ortaya konmuş ve modelin güvenilirliği değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Nokta Bulutu ve 3B Modelin Görsel Değerlendirmesi

Tarama işlemleri sırasında açık alanda çalışmanın getirdiği bazı çevresel zorluklarla karşılaşılmıştır. Özellikle gün ışığına bağlı olarak yüzeylerde oluşan yansıma ve gölge etkileri, bazı tarama oturumlarında nokta yoğunluğunu ve yüzey tanımlamasını olumsuz yönde etkilemiştir. Ayrıca, duvar gibi tek renkli yüzeylerde lazer ışınının dağılması nedeniyle düşük yansıtıcılık gözlemlenmiş; bu bölgelerde yüzey noktalarının seyrekleştiği tespit edilmiştir. Tarama hedeflerinin görünür olacak şekilde yerleştirilmesine dikkat edilmesine rağmen, dar alanlar ve oturum açılarındaki sınırlamalar nedeniyle bazı hedefler yalnızca tek bir oturumdan görüntülenebilmiştir. Bu durum, veri hizalama sürecinde yazılım içi manuel düzeltme ihtiyacını doğurmuştur.

Tarama işlemleri, sahadaki tüm alanı kapsayacak şekilde 10 ayrı oturum ile gerçekleştirilmiştir. Her bir oturumun açısı ve konumu, sahnenin kör nokta kalmayacak şekilde taranmasına olanak sağlayacak biçimde belirlenmiştir (Şekil 3). Oturumlar arası yeterli örtüşmenin sağlanması, hedeflerin çoğunun birden fazla oturumdan görünmesi ile desteklenmiştir. SCENE yazılımı içerisinde gerçekleştirilen veri birleşimi işlemi sonucunda tarama verilerinin tamamı başarılı şekilde hizalanmıştır.



Şekil 3. Kurgulanan Olay Mahaline Ait YLT Oturum Konumları.

Elde edilen birleşik nokta bulutu, olay yerindeki mekânsal düzenin detaylı biçimde temsil edilmesine olanak sağlamıştır. Cansız mankenin anatomik konturu, cinayet aleti olarak yerleştirilen makasın konumu, devrilmiş saksıların toprağa yayılma biçimi ve zemin üzerindeki

delil hedefleri net şekilde ayrışabilir durumdadır. Nokta bulutunun ortalama yoğunluğu 10–12 milyon nokta seviyesinde olup, görsel homojenlik yüksek seviyede sağlanmıştır. Tarama sınırlarında hafif seyrelmeler görülmekle birlikte, olay mahallinin genel geometrisi ve kritik unsurlar detay kaybı olmadan modellenmiştir.

Nokta bulutu verileri üzerinden üretilen 3B mesh model, olay yerinin yüzey detaylarını yüksek çözünürlüklü doku haritaları ile temsil etmektedir. Cansız mankenin kıyafet dokusu, dikiş çizgileri ve vücut formu görsel olarak ayrışabilir durumdadır. Aynı şekilde cinayet aleti olarak kullanılan makas, zemindeki konumu, gölgesi ve etrafındaki delil hedefleriyle birlikte sahnede gerçekçi bir şekilde modellenmiştir. Özellikle zemin karolarının derz çizgileri ve yönelimi, hedef plakalarının pozisyonları ve devrilmiş saksıların çevresindeki toprak izleri başarılı bir şekilde üç boyutlu görselleştirilmiştir (Şekil 4).

Bununla birlikte, sahne kenarlarında ve eğimli yüzeylerde sınırlı açılardan alınan veriler nedeniyle bazı yüzeylerde boşluklar, dalgalanma izleri ve doku kaymaları gözlemlenmiştir. Özellikle mankenin alt kısmı ve sahanın dar köşe bölgelerinde, dokusal netlikte azalma ve geometrik bozulma mevcuttur. Bu durum, tarama oturumlarının yoğunluğuna bağlı olarak model kalitesinde değişkenliğe neden olmuştur. Ancak genel olarak değerlendirildiğinde, elde edilen mesh model olay yerinin adli belgelenme amaçlı görsel analizlerinde kullanılabilecek bütünlükte ve detay seviyesindedir.



Şekil 4. Olay Mahalline Ait 3B Mesh Modelden Elde Edilen Görsel Detaylar ve Sahne Unsurlarının Temsili.

3.2. Delil Nesnelerine Ait Ölçümsel Doğruluk Değerlendirmesi

Çalışma kapsamında üretilen üç boyutlu modelin konumsal doğruluğunu değerlendirmek amacıyla, sahne üzerinde yer alan sekiz adet referans nesne seçilmiştir. Bu nesneler arasında

cansız mankenin belirli vücut bölümleri (omuz arası, kol uzunluğu, ayak boyu gibi) ile olay sahnesine yerleştirilen cinayet aleti (makas) ve hedef plakaları yer almıştır. Her bir nesnenin temel geometrik boyutları sahada fiziksel olarak ölçülmüş; aynı noktalar yazılım ortamında üç boyutlu model üzerinden yeniden ölçülerek karşılaştırma yapılmıştır.

Dijital ortamda yapılan ölçümler, modelin üst yüzeyinde yer alan kontrollü noktalardan alınmış ve doğrudan nokta bulutu veya mesh model üzerinden yürütülmüştür (Şekil 5). Ölçüm değerleri yazılım arayüzünde "unit" (birim) olarak gösterilmiş olup, bu birimlerin gerçekte 1 unit ≈ 10 cm karşılığına denk geldiği belirlenmiştir. Örneğin modelde ayakkabı uzunluğu 3.084 birim olarak ölçülmüş ve bu değer yaklaşık 30.84 cm olarak hesaplanmıştır. Bu uzunluk, Avrupa ayakkabı numaralandırma sistemine göre yaklaşık olarak 47 numaraya karşılık gelmektedir. Mankenin fiziksel ayakkabı numarası da 47'dir, bu durum ölçümün model üzerinden birebir doğru elde edilebildiğini ortaya koymaktadır.

Tüm ölçümler, sahada alınan fiziksel değerlere göre karşılaştırılmış ve aralarındaki farklar doğruluk değerlendirme kriteri olarak kullanılmıştır. Bu analizde, ortalama mutlak hata (MAE) ve kök ortalama kare hata (RMSE) olmak üzere iki temel doğruluk metriği kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, modelin ölçümsel doğruluğu MAE = 5.8 mm ve RMSE = 6.7 mm olarak hesaplanmıştır. Bu değerler, üç boyutlu modelin adli belgelenme süreçlerinde kullanılabilecek düzeyde hassasiyet sağladığını ortaya koymaktadır.

Bu tür yüksek doğruluklu ölçüm verileri, olay yeri incelemesinde yalnızca mekânsal belgeleme sağlamakla kalmayıp; aynı zamanda delil boyutlarının yeniden değerlendirilmesi, kimliklendirme, nesne ilişkilendirmesi ve olayın dijital yeniden kurgulanması gibi adli süreçlerde karar vericilere kritik katkılar sunmaktadır. Özellikle maktülün fiziksel özelliklerinin model üzerinden elde edilebilmesi, olay yerinden sonra sahneye erişimin mümkün olmadığı durumlarda bile bilimsel analizlerin devam ettirilebilmesini sağlamaktadır.



Şekil 5. Olay Mahalline Ait 3B Mesh Modelden Elde Edilen Ölçümler.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışma, YLT kriminal olay yeri belgelenmesinde sağlayabileceği katkıları, görsel bütünlük ve ölçümsel doğruluk temelinde değerlendirmek üzere tasarlanmıştır. Kontrollü koşullarda sahnelenmiş kurgu bir cinayet mahalli üzerinden yürütülen bu deneysel uygulama, adli bilimler ile harita mühendisliği arasındaki disiplinlerarası iş birliklerinin sahadaki potansiyelini açıkça ortaya koymaktadır.

Elde edilen sonuçlar, YLT teknolojisinin yalnızca olay yerinin üç boyutlu ve detaylı biçimde belgelenmesini değil, aynı zamanda fiziksel nesnelere ilişkin ölçülerin güvenilir biçimde yeniden elde edilebilmesini mümkün kıldığını göstermiştir. Bu durum, adli süreçlerde delillerin yerleşimi, şüpheli-maktül ilişkisi ve olayın yeniden kurgulanması gibi analizlerde modelin doğrudan kullanılabilmesine olanak tanımaktadır. Özellikle, fiziksel boyutları bilinen nesnelerle yapılan karşılaştırmalar sonucunda dijital ölçümlerin yüksek doğrulukla örtüşmesi, yöntemin adli geçerliliğini güçlendiren önemli bir bulgu olarak değerlendirilmektedir.

Öte yandan, çalışmada karşılaşılan bazı sınırlılıklar da mevcuttur. Dar ve erişimi zor alanlarda oluşan veri eksiklikleri, ışık koşullarının bazı yüzeylerde yansıma ve gölge kaynaklı bozulmalara neden olması ve bazı hedeflerin yeterli sayıda oturumda görünmemesi gibi faktörler, veri bütünlüğünü sınırlayıcı etmenler olarak gözlemlenmiştir. Bu durum, tarama oturumu planlamasının olay yeri geometrisine özgü olarak optimize edilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Gelecekte gerçekleştirilecek çalışmalarda farklı mekân tiplerinde (kapalı alanlar, çok katlı yapılar vb.) benzer sahnelemelerin yapılması, farklı modelleme teknikleriyle karşılaştırmalı doğruluk analizlerinin gerçekleştirilmesi ve modellerin sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik gibi etkileşimli platformlarda adli eğitim amaçlı kullanılması önerilmektedir. Ayrıca, otomatik nesne tanıma ve ölçümleme algoritmalarının üç boyutlu adli modellerle entegre edilmesi, delil analiz süreçlerini daha verimli ve tekrar edilebilir hale getirebilir.

5. KAYNAKLAR

Ariff, M. F. M., Razali, A. F., Azmy, S. N., Darwin, N., & Idris, K. M. (2024). Transforming physical crime scene into geospatial-based point cloud data. *Engineering, Technology & Applied Science Research, 14*(3), 13974–13981.

Doglietto, D. J. (2025). *Crime scene processing in correctional facilities and prisons*. CRC Press.

Galanakis, G., Zabulis, X., Evdaimon, T., Fikenscher, S. E., Allertseder, S., Tsikrika, T., & Vrochidis, S. (2021). A study of 3D digitisation modalities for crime scene investigation. *Forensic Sciences, 1*(2), 56–85.

Galvin, R. (2020). *Crime scene documentation: Preserving the evidence and the growing role of 3D laser scanning*. CRC Press.

Giannelli, P. C. (2007). Wrongful convictions and forensic science: The need to regulate crime labs. *North Carolina Law Review, 86*, 163–232.

Murphy, E. (2007). The new forensics: Criminal justice, false certainty, and the second generation of scientific evidence. *California Law Review, 95*, 721–766.

Noor, A., Raza, A., & Rehman, F. U. (2024). Recent advances in forensic science for evidence collection and preservation: Innovations in sample handling techniques to enhance analytical

accuracy and case-specific investigations. *Forensic Insights and Health Sciences Bulletin, 2*(2), 60–66.

Parfyonov, A. (2019, April). Fundamental methods of crime scene examination for identifying evidentiary information. In *International Conference "Topical Problems of Philology and Didactics: Interdisciplinary Approach in Humanities and Social Sciences" (TPHD 2018)* (pp. 347–351). Atlantis Press.

Sazaly, A. N., Ariff, M. F. M., & Razali, A. F. (2023). 3D indoor crime scene reconstruction from micro UAV photogrammetry technique. *Engineering, Technology & Applied Science Research, 13*(6), 12020–12025.

Somma, R., Altadonna, A., Cucinotta, F., Raffaele, M., Salmeri, F., Baldino, G., ... & Sapienza, D. (2023). The technologies of laser scanning and structured blue light scanning applied to criminal investigation: Case studies. *AAPP Physical, Mathematical & Natural Sciences/Atti della Accademia Peloritana dei Pericolanti: Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali, 101*.

POINT CLOUD-BASED ANALYSIS OF SURFACE MORPHOLOGY AND GEOMETRIC FEATURES IN PHOTOGRAMMETRY-BASED SCULPTURE MODELS

FOTOGRAMETRİ TABANLI HEYKEL MODELLERİNDE YÜZEY MORFOLOJİSİ VE GEOMETRİK ÖZNİTELİKLERİN NOKTA BULUTU TEMELLİ ANALİZİ

Abdurahman Yasin YİĞİT[1], Yunus KAYA[2]

[1]Araş. Gör. Dr., Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği, 0000-0002-9407-8022

[2]Dr. Öğr. Üyesi., Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği, 0000-0003-2319-4998

Özet

Kültürel mirasın dijital dokümantasyonu, salt estetik veya arşivsel bir çabanın ötesine geçerek yüksek morfolojik zenginliğe sahip eserlerde, üç boyutlu (3B) dijital modelleme ve yüzey analizi, üretim teknikleri hakkında değerli bilgiler sağlarken restorasyon, replikasyon ve sergileme süreçlerini de bilgilendiriyor. Bu bağlamda, çalışmada farklı formlara sahip üç ayrı heykel modelinin yüzey morfolojisi ve geometrik öznitelikleri, fotogrametri yöntemiyle elde edilen 3B modeller üzerinden, nokta bulutu analiz teknikleri kullanılarak incelenmiştir. Modellerden biri ayakta duran, diğeri diz çökmüş pozda, üçüncüsü ise ellerini başına götürmüş şekilde tasvir edilen figürlerdir. Bu çeşitlilik sayesinde yalnızca lokal yüzey yapıları değil, aynı zamanda poz ve formun analiz parametrelerine etkisi de karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Her modelden elde edilen yüksek yoğunluklu nokta bulutları üzerinde pürüzlülük, eğrilik, normal yönelimi, eğim ve yüzey alanı hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Pürüzlülük analizine göre, en düşük ortalama pürüzlülük değeri 0.0046 m ile diz çökmüş modelde, en yüksek değer ise 0.0091 m ile ayakta duran modelde gözlenmiştir. Eğrilik analizinde, konveks bölgelerdeki yüzey değişimleri özellikle baş ve omuz bölgelerinde yoğunlaşmış; eğrilik haritaları sanatsal biçim farklılıklarını nicel olarak ortaya koymuştur. Normallerin dağılımı ve eğim hesaplamaları, poz farkına bağlı olarak yüzey yönelimi değişimlerini göstermiştir. Yatay ve düşey normallerin oranları sırasıyla %44-%56 (Model 1), %38-%62 (Model 2) ve %51-%49 (Model 3) olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, yüzey alanı hesaplamalarında diz çökmüş model 628 cm², başına ellerini götürmüş figür 702 cm², ayakta duran figür ise 977 cm² değerindedir. Bu yüzey alanlarına karşılık gelen hacim değerleri ise sırasıyla 1080 cm³, 1340 cm³ ve 1920 cm³ olarak ölçülmüştür. Bu bulgular, yalnızca görsel karşılaştırmalarla değil; fiziksel yeniden üretim, restorasyon planlaması ya da 3B baskı tasarımı gibi uygulamalarda da doğrudan kullanılabilecek anlamlı çıktılar sağlamaktadır.

Anahtar kelimeler: Kültürel miras, heykel modelleme, fotogrametri, nokta bulutu analizi, yüzey morfolojisi

Abstract

Digital documentation of cultural heritage goes beyond a purely aesthetic or archival endeavor, with three-dimensional (3D) digital modeling and surface analysis of highly morphologically

rich artifacts providing valuable information on production techniques and informing restoration, replication and exhibition processes. In this context, the present study investigates the surface morphology and geometric features of three sculptural models with varying forms using point cloud analysis techniques applied to 3D models generated through photogrammetry. The sculptures depict figures in distinct poses: one standing upright, another kneeling, and a third with hands raised to the head. This variety allowed for a comparative evaluation of not only local surface characteristics but also the influence of posture and form on analytical parameters. High-density point clouds were generated from each model and subjected to roughness, curvature, normal orientation, slope, and surface area analyses. According to the roughness analysis, the lowest average roughness value was observed in the kneeling figure (0.0046 m), while the highest was found in the standing figure (0.0091 m). Curvature analysis revealed significant surface variation in convex regions, especially around the head and shoulders, highlighting artistic form differences in a quantitative manner. The distribution of normal vectors and slope calculations indicated orientation variations associated with pose differences. The ratio of horizontal to vertical normals was calculated as 44%-56% (Model 1), 38%-62% (Model 2), and 51%-49% (Model 3), respectively. Surface area measurements yielded values of 628 cm^2 for the kneeling figure, 702 cm^2 for the figure with raised hands, and 977 cm^2 for the standing figure. Corresponding volumetric values were calculated as 1080 cm^3, 1340 cm^3, and 1920 cm^3, respectively.

Keywords: Cultural heritage, sculpture modeling, photogrammetry, point cloud analysis, surface morphology

1. GİRİŞ

Sanat eserlerinin üç boyutlu (3B) olarak dijital ortama aktarılması, son yıllarda yalnızca arşivleme ve görsel sergileme amacıyla değil, aynı zamanda mühendislik temelli analizler için de önemli bir araştırma konusu hâline gelmiştir (Südor, 2021). Özellikle heykel gibi biçimsel zenginliği yüksek kültürel nesnelerde, yüzey geometrisinin doğru bir şekilde modellenmesi ve analiz edilmesi hem eserlerin belgelenmesinde hem de koruma, replikasyon ve restorasyon süreçlerinin planlanmasında önemli katkılar sunmaktadır (Kaya, 2023). Bu nedenle, kültürel miras nesnelerine yönelik dijital belgeleme çalışmaları artık sadece görsel nitelik taşımamakta; aynı zamanda yüzey karakteristiklerinin sayısal olarak analiz edilmesini mümkün kılan çok disiplinli bir yaklaşımı zorunlu kılmaktadır (Büyükkuru, 2024).

Geleneksel belgeleme teknikleri, heykeller gibi karmaşık yüzey detaylarına sahip objelerin geometrik özelliklerini tam anlamıyla yansıtmakta sınırlı kalabilmektedir (Kaya, 2023; Kabadayı, 2024). Buna karşılık, fotogrametri gibi yapıdan bağımsız veri üretim teknikleri, yüksek çözünürlüklü görseller üzerinden yoğun nokta bulutları ve mesh modeller oluşturma imkânı sunmakta; bu modeller üzerinden çeşitli yüzey analizlerinin gerçekleştirilmesine olanak tanımaktadır (Varlık vd., 2009; Kabadayı ve Erdoğan, 2023). Özellikle yüzey pürüzlülüğü (roughness), ortalama eğrilik (mean curvature) ve eğim yönelimi (dip degree) gibi metrikler, bir heykelin fiziksel yapısını, form detaylarını ve yüzey topografyasını sayısal olarak tanımlamak adına güçlü çıktılar sunmaktadır.

Pürüzlülük (roughness) analizi, yüzeydeki mikro düzeydeki düzensizliklerin miktarını belirlemeye olanak sağlar. Bu analiz, özellikle heykelin dokusal detaylarının (örneğin saç, kıyafet, yüz mimikleri) farklılıklarını belirlemede ve restorasyon öncesi aşınma veya deformasyon bölgelerinin saptanmasında kullanılabilir.

Ortalama eğrilik (mean curvature) ise, yüzeyin konveks (dış bükey) ve konkav (iç bükey) bölgelerini ayırt etmeye yarar. Bu sayede sanatsal formun geometrik anlamda nasıl şekillendiği ve heykelin hacimsel kurgusu daha iyi anlaşılır.

Eğim yönelimi (dip degree) analizi ise her yüzey noktasının düşeyle yaptığı açıyı göstererek, modelin yatay ve dikey yönlerdeki yüzey eğilimlerini ortaya koyar (Moreau vd., 2014; Tini vd., 2025). Bu metrik, özellikle ışık-gölge etkileşimlerinin modellenmesi, sanal sergi planlamaları veya 3B baskı için destek yüzeyi belirleme gibi uygulamalar açısından oldukça değerlidir (Oda vd., 2022; Cheng vd., 2025).

Son yıllarda kültürel miras odaklı 3B modelleme çalışmaları artış göstermiştir. Örneğin Nespeca vd. (2017), arkeolojik taş yapıların fotogrametriyle belgelenmesini ele alırken yalnızca görselleştirme temelli bir sunum yapmış; yüzey analizi açısından sınırlı bir değerlendirme gerçekleştirmiştir. Rantzsch vd. (2012), heykel yapılarda detay geometrisinin yakalanmasına odaklanmış fakat bu detayların sayısal analizi yerine görsel karşılaştırmalara öncelik vermiştir.

Campos vd. (2015) ise eserlerin fotogrametrik dokümantasyonunu sunmuş, fakat pürüzlülük gibi mikro-morfolojik analizleri raporlamamıştır. Uslu ve Uysal (2017) ve Oruç (2021) gibi çalışmalar, fotogrametri temelli bazı geometrik analizleri kullansa da çoğunlukla yapı ölçekli uygulamalara odaklanmışlardır. Bu literatür birikimi, özellikle küçük ölçekli heykellerin yüzey özniteliklerinin sistematik biçimde analiz edildiği çalışmaların sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu çalışmanın amacı, farklı duruş ve kompozisyonlara sahip üç heykel modelinin yüzey morfolojisi ve geometrik özniteliklerini, fotogrametri yöntemiyle elde edilen 3B modeller üzerinden detaylı olarak analiz etmektir. Her bir heykel, bağımsız bir örnek olarak değerlendirilmiş; roughness, mean curvature ve dip degree gibi metrikler kullanılarak modelin fiziksel formunun mekânsal karakteristikleri sayısal olarak ortaya konmuştur. Bu yönüyle çalışma, kültürel miras nesnelerinde kullanılan dijital belgeleme tekniklerine mühendislik temelli yüzey analizlerini entegre ederek, nesne ölçeğinde nicel bir yaklaşım sunmaktadır.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Heykel Modellerinin Tanıtımı

Bu çalışmada analiz edilen üç adet heykel modeli, farklı duruş, biçim ve yüzey özelliklerine sahip olup, kültürel nesne ölçeğinde çeşitli geometrik yapıların dijital ortamda temsil edilebilirliğini test etmek amacıyla seçilmiştir (Şekil 1). Seçilen figürler herhangi bir sanatsal bütünlük içerisinde gruplanmamakta, aksine her biri kendi içinde bağımsız bir duruş ve fiziksel yapı taşımaktadır. Böylece poz, form ve yüzey detaylarının analiz parametrelerine etkisi, karşılaştırmaya dayalı olmadan, her model özelinde değerlendirilebilmiştir.



Şekil 1. Çalışmada Kullanılan Heykeller.

İlk model, diz çökmüş ve kollarını çapraz şekilde göğsüne sarmış bir kadın figürünü temsil etmektedir. Bu modelin ön yüzeyinde sade geçişler ve genel olarak düzgün yüzey paternleri yer almakla birlikte, saç ve yüz bölgelerinde yüksek frekanslı mikro detaylar gözlenmektedir. Bu nedenle model, pürüzlülük (roughness) analizlerinde düşük düzeyli varyasyonlar ile lokal detay farklılıklarını birlikte değerlendirmek adına uygun bir örnek oluşturmaktadır.

İkinci model, ayakta duran ve ellerinde bir nesne (kitap benzeri bir obje) tutan bir erkek figürüdür. Giysi dokusu, yüzey geçişlerindeki keskinlik ve figürün tamamında gözlemlenen rölyef etkisi nedeniyle bu modelde yüzey morfolojisinin heterojen bir dağılım göstermesi beklenmektedir. Bu bağlamda model, özellikle eğrilik (mean curvature) analizlerinde konveks ve konkav yapıların belirgin biçimde ortaya çıkarılmasını olanaklı kılmaktadır.

Üçüncü model ise oturur pozisyonda, bir bacağı bükülmüş ve diğerine dayalı şekilde yerleştirilmiş bir erkek figürünü içermektedir. Yüzeyinde çatlak izleri, dokusal bozulmalar ve malzeme kaynaklı lekelenmeler gözlemlenmektedir. Bu modelin özellikle eğim yönelimi (dip degree) analizlerinde, düşey ve yatay yüzey dağılımlarının dengeli biçimde gözlemlenmesine olanak sağlayacağı öngörülmüştür. Ayrıca yüzey alanı ve hacim gibi ölçümler açısından asimetrik yapısıyla dikkat çekmektedir.

Tüm heykel modelleri yaklaşık 25–35 cm yüksekliğe sahip olup, fiziksel olarak alçı benzeri mat, açık renkli bir malzemeden üretilmiştir. Objeler, fotogrametrik modelleme sürecinde döner tabla (turntable platform) üzerine sabitlenmiş ve sabit bir ışık kaynağı altında çok yönlü görüntüleme yapılacak şekilde konumlandırılmıştır. Bu yaklaşım, modelleme sürecinde gölge kaynaklı yüzey kayıplarını en aza indirmeyi ve detay tutarlılığını artırmayı hedeflemiştir.

2.2. Fotogrametri ile 3B Modelleme Süreci

Heykel modellerinin üç boyutlu (3B) dijital temsillerinin oluşturulmasında yapıdan bağımsız fotogrametri yöntemi tercih edilmiştir. Küçük ölçekli ve detaylı yüzey özellikleri taşıyan kültürel nesneler üzerinde hassas modelleme yapılmasına olanak tanıyan bu yöntem, yüzeye fiziksel müdahale gerektirmemesi ve görsel doğruluğunun yüksek olması nedeniyle bu çalışmada uygun bulunmuştur. Tüm çekimler sabit bir iç mekân ortamında, homojen aydınlatma koşulları altında gerçekleştirilmiştir. Her heykel, sabit bir kamera konumuna göre döner tabla (turntable platform) üzerine yerleştirilmiş ve çok yönlü görseller bu şekilde elde edilmiştir. Işıklandırma, yüzey üzerinde gölgelenme kaynaklı bilgi kaybını önlemek amacıyla dört yönlü difüz LED ışık sistemi ile sağlanmış; kamera ise sabit tripod üzerinde

konumlandırılmıştır. Görsel setlerin elde edilmesinde Canon EOS 800D model, 24 MP çözünürlüğe sahip bir DSLR kamera kullanılmıştır.

Heykellerin farklı geometrik yapılarına bağlı olarak fotoğraf sayısı modele göre değişmiş; Model 1 için 84, Model 2 için 92, Model 3 için ise 88 fotoğraf çekilmiştir. Her model, 360° döndürülerek üç farklı yükseklik düzleminden (alt, orta, üst) ve ayrıca üst açıdan ayrı ayrı fotoğraflanmıştır. Bu yöntemle, tüm yüzey alanı en az %70 kaplama oranıyla temsil edilmiştir. Elde edilen görseller, fotogrametri sürecinde Agisoft Metashape Professional (v1.8) yazılımında işlenmiş ve her model için sırasıyla fotoğraf hizalama (align photos), yoğun nokta bulutu oluşturma (dense cloud), yüzey model üretimi (mesh) ve doku kaplama (texture mapping) adımları uygulanmıştır.

Fotoğraf hizalama aşamasında yüksek doğruluk (High accuracy) tercihi yapılmış; keypoint ve tiepoint limitleri sırasıyla 40.000 ve 0 olarak belirlenerek yazılımın maksimum eşleştirme kapasitesi kullanılmaya çalışılmıştır. Yoğun nokta bulutu oluşturulurken High kalite ve Moderate depth filtering seçilerek detay korunumu ile parazit azaltımı dengelenmiştir. Yüzey modeli üretiminde Arbitrary (3D) yüzey tipi seçilmiş ve kaynak olarak yoğun nokta bulutu kullanılmıştır. Doku kaplama işlemi yalnızca görselleştirme amaçlı gerçekleştirilmiş olup, analizler yalnızca geometrik model üzerinden yürütülmüştür. Mesh üretiminde yüzey detayı korunacak şekilde yüksek yüz sayısı tercih edilmiştir.

Modelleme çıktıları gerçek dünya ölçeğine taşınmak üzere manuel ölçüm verileriyle ölçeklendirilmiştir. Fiziksel boyutlar bir cetvel yardımıyla ±2 mm toleransla ölçülmüş; Metashape yazılımında "scale bar" aracı kullanılarak her model için ölçek tanımlamaları yapılmıştır. Her bir heykel için en az dört ayrı noktadan referans ölçüm alınarak ölçek çubukları tanımlanmıştır. Model 1 için zemin–baş yüksekliği, omuz–omuz mesafesi, sağ diz–kalça arası ve taban genişliği; Model 2 için baş–ayak yüksekliği, topuklar arası açıklık, tutulan nesnenin uzunluğu ve göğüs hizası genişliği; Model 3 için baş–taban yüksekliği, bacak açıklığı, sol diz–gövde uzaklığı ve kalça–omuz arası mesafe ölçülerek modellenmiştir. Bu ölçekleme adımı, analiz sürecinde pürüzlülük, eğrilik, eğim ve hacim gibi metriklerin fiziksel birimlerle yorumlanabilmesini mümkün kılmıştır.

2.3. Nokta Bulutu İşleme ve CloudCompare İş Akışı

Fotogrametri süreci sonucunda elde edilen üç boyutlu mesh modellerden nokta bulutu üretimi gerçekleştirilmiş ve yüzey morfolojisi analizleri bu nokta bulutları üzerinden yürütülmüştür. CloudCompare (v2.12) açık kaynak yazılımı kullanılarak yapılan bu analizlerde öncelikle her bir mesh model, yazılım içerisindeki “Sample Points from Mesh” aracıyla yüksek yoğunluklu nokta bulutlarına dönüştürülmüştür. Örnekleme sırasında yüzey üzerindeki detayların korunmasını sağlamak amacıyla eşit aralıklı yüzey örnekleme yöntemi kullanılmış ve her bir model için yaklaşık 500.000 noktadan oluşan homojen dağılımlı bir veri seti elde edilmiştir. Nokta bulutu üretiminin ardından gürültü ve parazit veriler manuel olarak segment edilerek temizlenmiş, analizleri etkilemeyecek kenar kırıkları ve bağımsız yüzey parçaları çıkarılmıştır.

Nokta bulutları üzerinde analiz öncesi normallerin hesaplanması işlemi gerçekleştirilmiştir. Her noktanın yüzey üzerindeki yönelimini belirlemek amacıyla Normals değerleri hesaplanmış ve bu işlemde komşuluk yarıçapı 15 nokta olarak atanmıştır. Bu değer, hem lokal yüzey karakteristiklerini yakalayacak kadar küçük, hem de eğim ve yönelimi anlamlı şekilde yansıtacak kadar yeterli büyüklükte seçilmiştir. Hesaplanan normaller, eğim yönelimi (dip degree) ve eğrilik (curvature) analizlerinin temel girdisini oluşturmuştur.

Nokta bulutu analizlerinde ilk olarak pürüzlülük (roughness) analizi uygulanmıştır. CloudCompare yazılımında yapılan bu işlemde, analiz yarıçapı 0.01 m (1 cm) olarak belirlenmiştir. Bu değer, heykellerin ölçeğine ve yüzey detaylarının büyüklüğüne göre optimum sonuç verecek şekilde seçilmiştir. Roughness analizi, her noktanın çevresindeki lokal yüzey düzlemi ile olan dikey uzaklığını değerlendirerek yüzeyin mikro düzeydeki düzensizliklerini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Özellikle heykelin detaylı bölümleri ile sade bölgeleri arasındaki yüzey farklılıklarının sayısal olarak analiz edilebilmesi açısından bu metrik önemli bir çıktı sunmaktadır.

İkinci olarak uygulanan analiz ortalama eğrilik (mean curvature) hesaplamasıdır. Bu işlemde her bir nokta için pozitif ve negatif eğrilikler hesaplanmış, ortalaması alınarak yüzeyin konveks (dış bükey) ya da konkav (iç bükey) karakteri belirlenmiştir. Analiz, CloudCompare'da Curvature aracı ile gerçekleştirilmiş ve eğrilik türü olarak "mean curvature" seçilmiştir. Bu metrik sayesinde heykellerde biçimsel geçişler, hacimsel çıkıntılar ve girintiler belirlenebilmekte; sanatsal formun geometrik izdüşümü sayısal olarak haritalanabilmektedir.

Üçüncü analiz, eğim yönelimi (dip degree) hesaplamasıdır. Bu analizde, önceden hesaplanmış normaller kullanılarak her noktanın düşey eksenle yaptığı açı derece cinsinden hesaplanmıştır. Yüzeyin düşey ya da yatay yönelimde olup olmadığına dair bu metrik, özellikle heykelin genel eğim yapısı, kütle dağılımı ve yüzey duruşu gibi konularda bilgi vermektedir. Sonuçlar skaler alan (scalar field) olarak atanmıştır.

Son olarak, dijital modeller üzerinde yüzey alanı ve hacim gibi temel geometrik öznitelikler hesaplanmıştır. Yüzey alanı hesaplamaları, 3B mesh modeller üzerinden yapılmıştır. Hacim hesaplamalarında ise CloudCompare'da yer alan Volume aracı kullanılmış; referans düzlem olarak heykelin alt tabanı kabul edilmiştir. Bu ölçümler, ölçeklendirilmiş modeller üzerinden yürütüldüğü için elde edilen sonuçlar fiziksel birimlerle (cm^2, cm^3) ifade edilebilecek doğrulukta olmuştur.

Tüm analizler, veri kaybı yaratmamak adına orijinal çözünürlükteki nokta bulutları üzerinden gerçekleştirilmiş, görsel haritalamalar ve sayısal çıktılar "scalar field" olarak saklanmıştır. Bu yaklaşımla, heykel modellerinin yüzey karakteristikleri hem mikro hem de makro ölçekte ayrıntılı biçimde incelenebilir hale getirilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Üç Boyutlu Nokta Bulutu ve Yüzey Model Analizi

Fotogrametri süreci sonucunda elde edilen üç boyutlu heykel modelleri, hem yoğun nokta bulutları hem de detaylı yüzey (mesh) temsilleriyle dijital ortama aktarılmıştır. Üretilen noktalar yüzey boyunca homojen biçimde dağıtılmış olup, her bir model yaklaşık 500.000–600.000 arasında değişen sayıda veri noktası içermektedir. Nokta bulutu verileri, yüzey paternlerini koruyacak şekilde örneklenmiş; saç, parmak, giysi kıvrımı gibi yüksek detay içeren bölgelerde doku sürekliliği başarıyla sağlanmıştır. Modelleme sürecinde uygulanan ışık kontrolü ve çok açılı çekim yaklaşımı, nokta yoğunluğunun modelin tüm yönlerinde tutarlı kalmasına katkı sağlamıştır. Üretilen üç heykele ait 3B nokta bulutları ve 3B model Şekil 2'de verilmiştir. Her heykel için üstte 3B nokta bulutu ve alt tarafta 3B model yer almaktadır.

Diz çökmüş kadın figüründe, özellikle saç bölgesi ve gövde geçişlerinde detay korunumu başarılı bir şekilde sağlanmış; modelin sırt kısmında ise gölge etkisiyle nokta yoğunluğu hafif düşüş göstermiştir. Ayakta duran erkek çocuk figüründe, nesneyle etkileşim hâlindeki el–kitap birleşim bölgesinde sıkışık yüzeyler nedeniyle model çözünürlüğü sınırlı kalmış, ancak genel form net olarak tanımlanmıştır. Oturan erkek figüründe ise modelin geniş açılı ve asimetrik

duruşu nedeniyle özellikle bacak–gövde geçişinde karmaşık yüzey ilişkileri başarılı şekilde temsil edilmiştir.

Modelleme süreci sonunda fiziksel ölçümler ile dijital modellerin boyutları karşılaştırılarak ölçeklendirme doğruluğu kontrol edilmiştir. Her model için en az dört ayrı fiziksel uzunluk ölçüsü alınmış ve bunlar dijital modeller üzerindeki karşılıklarıyla kıyaslanmıştır. Karşılaştırmalar sonucunda diz çökmüş kadın figüründe maksimum fark 0.22 cm, ayakta duran erkek çocuk figüründe 0.31 cm, oturan erkek figüründe ise 0.27 cm olarak hesaplanmıştır. Ortalama doğruluk sapması tüm modeller için ±0.25 cm seviyesinde kalmıştır. Bu değer, 25–35 cm yüksekliğindeki heykeller için %1'in altında bir ölçekleme hatasına karşılık gelmektedir ve fotogrametrik modelleme açısından yüksek doğruluk düzeyini göstermektedir.

Üç modelin tamamında nokta bulutu geometrisi, yüzey sürekliliğini bozmayacak şekilde hatasızdır. Mesh üretimi sırasında yüzey topolojisi korunmuş, üçgenleştirme işlemi sonrasında ise herhangi bir büyük boşluk veya kenar bozulması gözlemlenmemiştir. Bu durum, yüzey morfolojisi analizleri için güvenilir bir temel oluşturmaktadır. Görsel olarak değerlendirildiğinde, özellikle pürüzlü alanlarda nokta yoğunluğunun arttığı ve bu bölgelerde yüzey modeli çözünürlüğünün daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 2. Heykellere Ait 3B Nokta Bulutu ve 3B Model.

3.2. Yüzey Morfolojisi Analizi

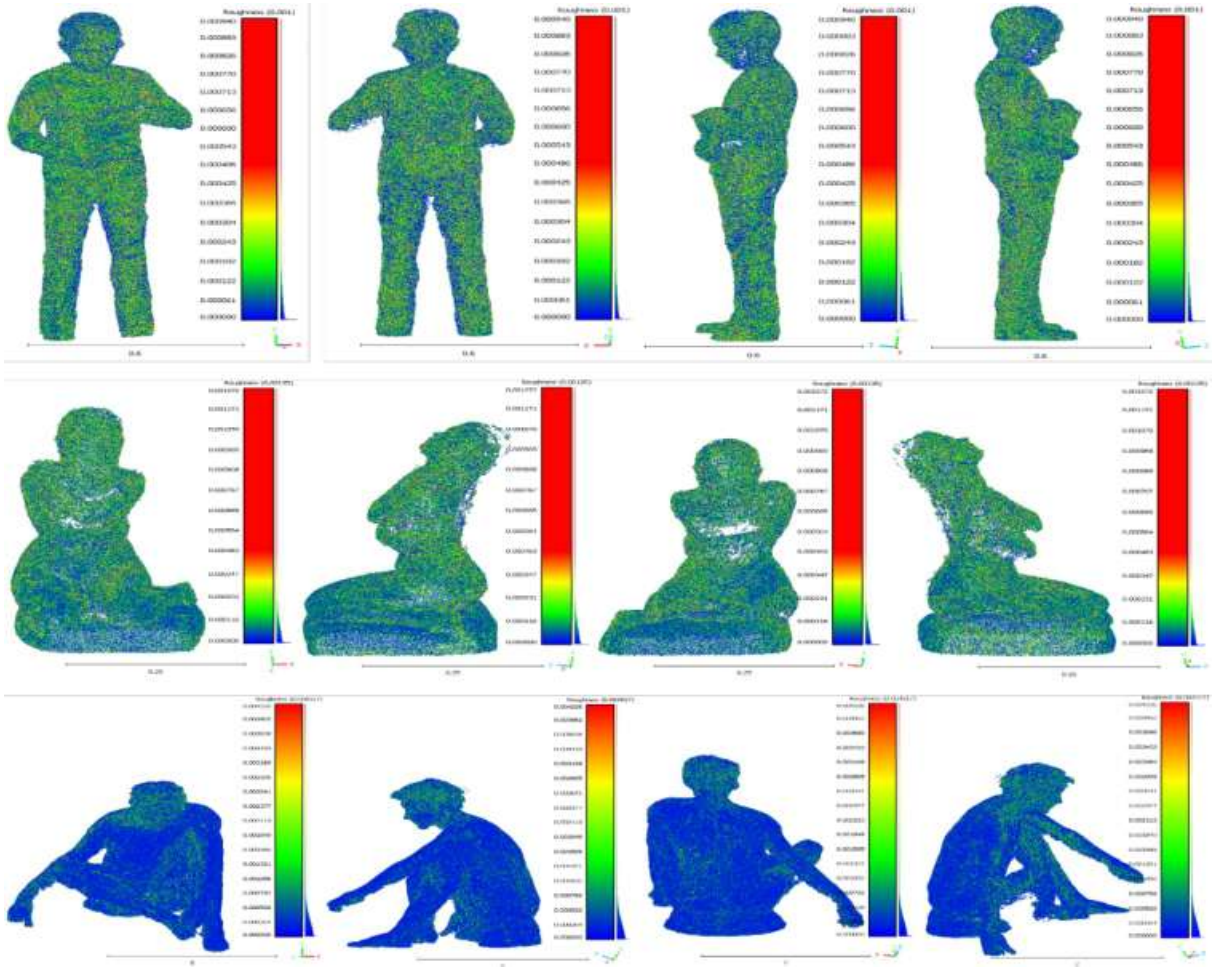
Pürüzlülük (roughness) analizi, her bir noktanın lokal komşuluğunda yüzey normallerine olan dikey uzaklık farklarını hesaplayarak yüzeyin mikro düzeydeki düzensizliklerini ortaya koymaktadır. Bu analiz, heykel modellerinin detaylı bölgelerindeki geometrik değişimi

belirlemek, dokusal çeşitliliği ortaya çıkarmak ve biçimsel geçişlerin yoğunluğunu sayısal olarak değerlendirmek amacıyla uygulanmıştır. CloudCompare yazılımında gerçekleştirilen analizde yarıçap değeri 0.01 m olarak belirlenmiştir. Bu ölçek, 25–35 cm boyutlarındaki objeler için mikro düzeyde detayları yansıtmak için uygun bir çözünürlük sağlamaktadır. Roughness dağılımlarına ait görsel sunumlar Şekil 3'te gösterilmektedir. Her bir modelin dört farklı açıdan değerlendirilmesi, yüzeyin her yönünde analiz yapılmasına ve lokal pürüzlülüklerin bütüncül biçimde yorumlanmasına olanak tanımaktadır.

Model 1 (diz çöken kadın figürü) üzerinde yapılan roughness analizinde, saç bölgesinde ve sırt geçişlerinde pürüzlülük değerlerinin görece yüksek olduğu, buna karşın gövde ve bacak düzlemlerinde daha düşük değerlerin gözlendiği tespit edilmiştir. Bu durum, modelin ön yüzeyinde sade form geçişlerinin, arka yüzeyde ise daha karmaşık dokuların bulunduğunu göstermektedir.

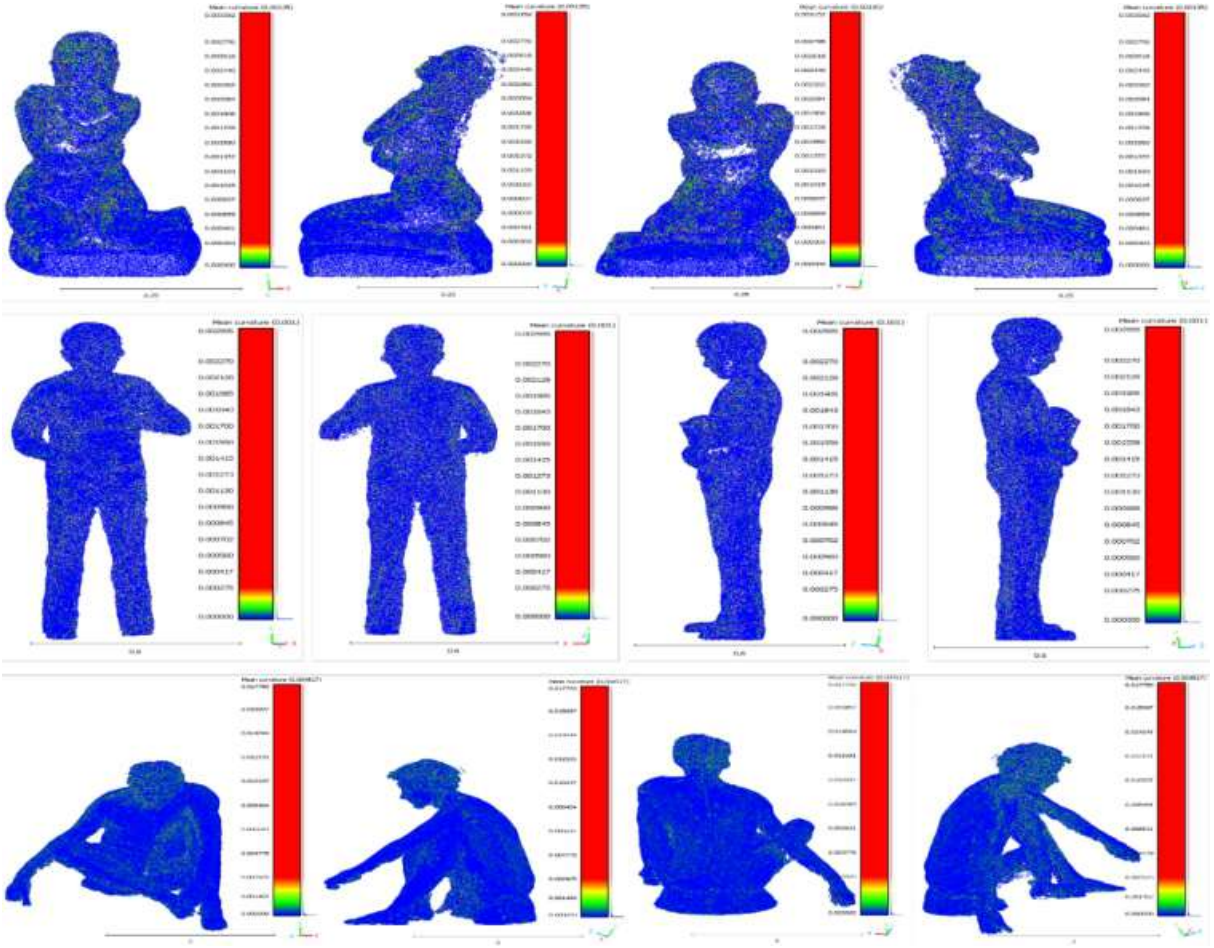
Model 2 (ayakta duran erkek çocuk figürü) üzerinde pürüzlülük dağılımı oldukça dengeli bir görünüm sergilemiştir. Ellerin kitap ile temas ettiği yüzeylerde lokal pürüzlülük değerleri artmış, giysi dokularının bulunduğu gövde bölgesinde ise düşük varyanslı, homojen bir dağılım gözlenmiştir. Bu durum, modelin genel formunun pürüzlü ancak kontrollü yüzey geçişlerine sahip olduğunu göstermektedir.

Model 3 (oturan erkek figürü) üzerinde yapılan analizde, roughness değerlerinin genellikle düşük düzeyde olduğu, ancak baş ve omuz bölgesinde detaylı yüzey yapılarına bağlı olarak lokal artışların görüldüğü belirlenmiştir. Özellikle saç çizgisi boyunca ve kol ile bacakların birleştiği bölgelerde mikro dalgalanmaların arttığı gözlenmiştir.



Şekil 3. Heykellere Ait Pürüzlülük Analizi.

Ortalama eğrilik (mean curvature) analizi, yüzeyin konveks (dış bükey) ve konkav (iç bükey) karakteristiklerini tanımlamak amacıyla uygulanmaktadır. Nokta bulutunun lokal geometrisine dayalı olarak hesaplanan bu metrik, özellikle heykel modellerinde biçim geçişlerinin, çıkıntı ve girintilerin sayısal olarak haritalanabilmesini sağlamaktadır. Her bir model için dört farklı açıdan görselleştirme yapılmıştır. Eğrilik analizlerine ait skaler haritalar ve yönelimsiz renk dağılımları, her model için Şekil 4'te sunulmuştur. Görseller, eğrilik geçişlerinin topolojik olarak modellenmesine olanak tanıyarak, sanatsal formun geometrik temsiline katkı sağlamaktadır.



Şekil 4. Heykellere Ait Ortalama Eğrilik Analizi.

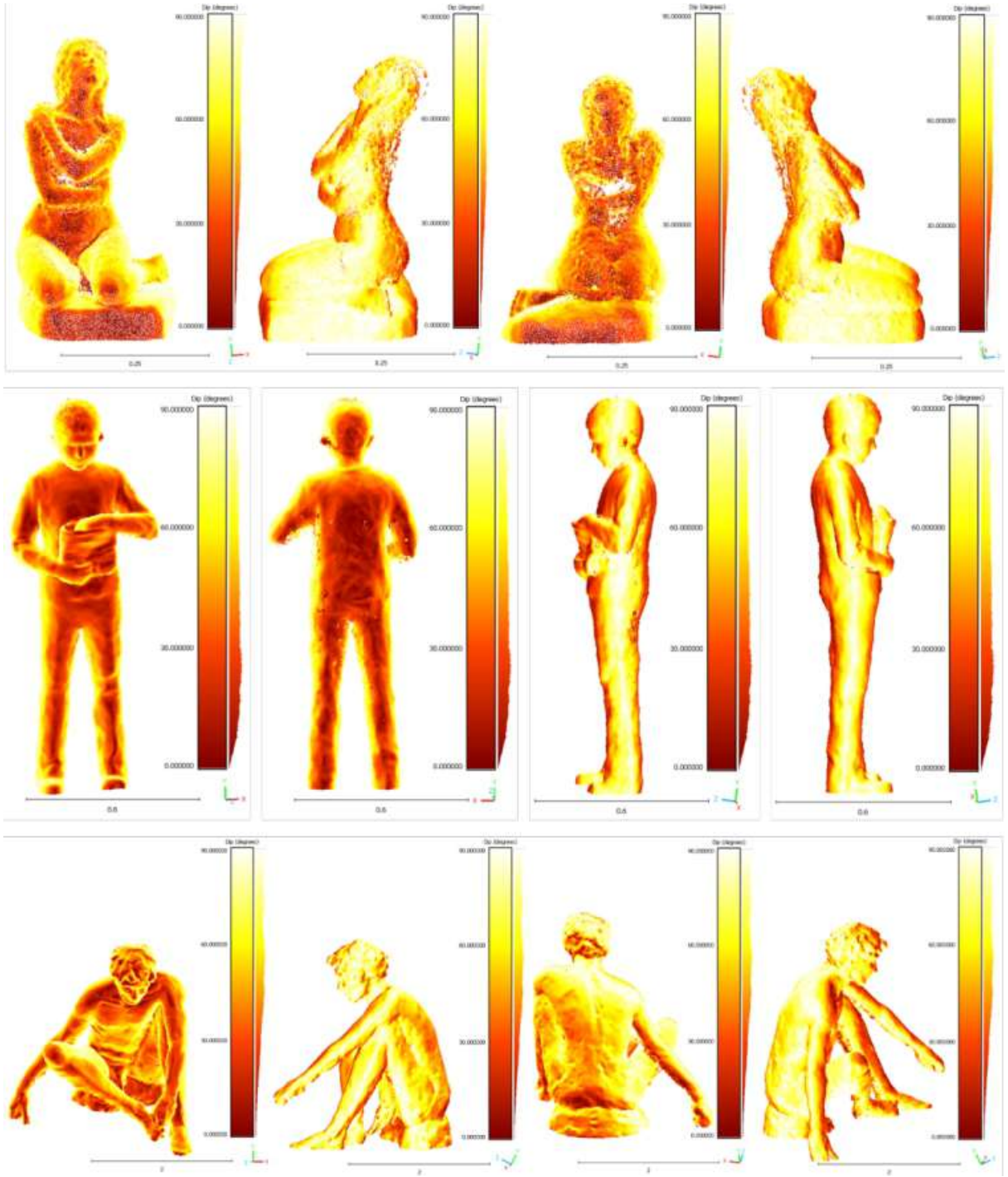
Model 1 (diz çöken kadın figürü) üzerinde yapılan analizde, konveks bölgelerin yoğunlukla baş, omuz ve dizlerde toplandığı; sırt ve gövde geçişlerinde ise yüzeyin daha düz karakterde olduğu gözlenmiştir. Özellikle başın üst kısmında ve kol–göğüs birleşimlerinde kırmızıya yakın renklerin yoğunlaşması, lokal dış bükey yapıların belirginliğini ortaya koymaktadır.

Model 2 (ayakta duran erkek çocuk figürü) için elde edilen curvature haritası, figürün yüzey geçişlerinin daha dengeli dağıldığını göstermektedir. Kol–dirsek ve el bölgesindeki eğrilik değerlerinin arttığı; sırt, gövde ve bacaklarda ise daha yatay ve düz geçişlerin hâkim olduğu belirlenmiştir. Eğrilik haritasındaki düşük varyans, modelin genel olarak daha düzgün yüzeylerle biçimlendirildiğini ortaya koymaktadır.

Model 3 (oturan erkek figürü) üzerinde yapılan mean curvature analizinde, yüzey formunun en karmaşık olduğu noktalardan biri olan diz–gövde ve omuz–kol birleşimlerinde eğrilik değerlerinin belirgin şekilde arttığı gözlenmiştir. Saç bölgesinde gözle görülür konveks çıkıntılar mevcuttur. Ayrıca, modelin omurgayı betimleyen arka hattında negatif eğriliklerin yoğunlaştığı; yani iç bükey bir yüzey oluştuğu tespit edilmiştir. Bu durum, figürün duruş biçiminin eğrilik dağılımına doğrudan etki ettiğini göstermektedir.

Eğim yönelimi (dip direction) analizi, her noktanın yüzey normali ile düşey eksen arasında yaptığı açıya göre yüzeyin eğim karakterini tanımlamaktadır. Bu analiz ile modelin yüzeyindeki noktaların yatay ve düşey dağılımları derecelendirilmekte ve eğimli yüzeylerin genel yapısı ortaya konmaktadır. CloudCompare yazılımında elde edilen değerler skaler alan olarak atanmış

ve renk haritası ile görselleştirilmiştir. 0°–90° aralığında yapılan bu görselleştirmede açık sarı renk yüksek eğimli (dikeye yakın), koyu turuncu ve kırmızı tonları ise düşük eğimli (yatağa yakın) yüzeyleri temsil etmektedir. Her üç modele ait eğim yönelimi haritaları Şekil 5'te sunulmaktadır.



Şekil 5. Heykellere Ait Eğim Yönelimi Analizi.

Model 1 (diz çöken kadın figürü) için yapılan analizde, gövdenin ön yüzeyinde düşük eğimli bölgelerin yoğunlaştığı, saç ve omuz hizalarında ise dik açıya yaklaşan yüzeylerin bulunduğu gözlemlenmiştir. Özellikle sırt ve ense bölgesinde düşey yönelimi yüksek alanlar dikkat çekmektedir. Figürün diz ve taban yüzeylerinde ise yatay eğilimli yüzeyler yaygın şekilde dağılım göstermiştir.

Model 2 (ayakta duran erkek çocuk figürü) üzerinde yapılan dip direction analizinde, genel olarak orta eğimli yüzeylerin modelin büyük bir bölümünde hâkim olduğu görülmektedir. Kol, dirsek ve eller gibi çıkıntı bölgelerde eğim artışı gözlenirken, sırt ve bacak düzlemleri daha düşük eğimli yüzeyler olarak öne çıkmaktadır. Figürün başı ile gövdesi arasında geçiş gösteren yüzeylerde 45° civarında yönelim değişiklikleri dikkat çekicidir.

Model 3 (oturan erkek figürü) için elde edilen sonuçlar, modelin asimetrik oturuş pozisyonuna bağlı olarak daha karmaşık bir eğim yönelimi dağılımı göstermiştir. Özellikle sırt kısmında geniş bir düşey yüzey alanı gözlemlenirken, bacak ve kolların eğik uzanımına bağlı olarak 60°–75° aralığında yüksek eğimli bölgeler yoğunlaşmıştır. Diz ve ayak altı gibi zeminle temas eden bölgelerde ise düşük eğimli (0°–20°) yüzeyler belirgin şekilde ayrışmıştır.

3.3. Geometrik Özellikler: Yüzey Alanı ve Hacim Ölçümleri

Üç boyutlu dijital heykel modellerine ait temel geometrik metrikler arasında yer alan yüzey alanı ve hacim değerleri, çalışmanın sayısal çıktılarından biridir. Yüzey alanı, her bir modelin yüzeyini oluşturan üçgen ağ yapısının toplam kaplamasını temsil etmekte; hacim ise belirli bir referans düzleme göre kapalı yüzeyin içerdiği fiziksel boşluğu tanımlamaktadır. Bu metriklerin doğru hesaplanabilmesi için fotogrametrik süreç sonunda elde edilen modeller, gerçek dünyaya ölçeklendirilmiş ve ölçümler fiziksel birimlerle (cm^2 ve cm^3) gerçekleştirilmiştir.

Yüzey alanı hesaplamaları CloudCompare yazılımı aracıyla yapılmış; hacim ölçümleri ise modelin alt tabanı referans düzlem kabul edilerek gerçekleştirilmiştir. Her iki işlemde de analizler orijinal çözünürlükteki yüzey modelleri üzerinden uygulanmış ve herhangi bir yeniden örnekleme yapılmamıştır.

Model 1 (diz çöken kadın figürü) için hesaplanan toplam yüzey alanı 628 cm^2, hacim değeri ise 1080 cm^3 olarak belirlenmiştir. Modelin genel formunun simetrik ve tabana doğru genişleyen yapısı, hacim değerinin kompakt olmasını sağlamıştır. Özellikle kolların göğüste birleşmesi ve diz çökme pozisyonu, yüzey alanını artırmadan iç hacimde artış yaratmıştır.

Model 2 (ayakta duran erkek çocuk figürü), diğer modellere kıyasla daha yüksek boyutlu bir yapıya sahip olup, toplam yüzey alanı 977 cm^2, hacmi ise 1920 cm^3 olarak hesaplanmıştır. Vücut dikliği, kol ve bacakların ayrık pozisyonda yer alması ve genel yapının yukarıya doğru uzaması hem yüzey hem de hacim açısından daha yüksek değerlerin oluşmasına neden olmuştur.

Model 3 (oturan erkek figürü) için elde edilen ölçümler sonucunda yüzey alanı 702 cm^2, hacim değeri ise 1340 cm^3 olarak bulunmuştur. Figürün asimetrik oturuş pozisyonu ve özellikle açık bacak duruşu, modelin yatayda daha geniş yüzey kaplamasına sahip olmasına ve hacmin farklı yönlerde dağılmasına neden olmuştur. Bu modelde hacim ve alanın dengeli biçimde dağılması, biçimsel yapının mekânsal yoğunluğunu ortaya koymaktadır.

Yüzey alanı ve hacim verileri, yalnızca geometrik karşılaştırmalar açısından değil; aynı zamanda fiziksel yeniden üretim (örneğin 3B yazıcı ile baskı) ve malzeme hesaplamaları gibi uygulamalı süreçler açısından da önemli bir referans değeri oluşturmaktadır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, üç farklı heykel modelinin yüzey morfolojisi ve geometrik öznitelikleri, fotogrametri tabanlı 3B modelleme ve nokta bulutu analizleri aracılığıyla detaylı biçimde incelenmiştir. Modellerin her biri, farklı poz ve form karakteristiklerine sahip olduğu için, yüzey yapısı, hacimsel dağılım ve topografik varyasyon açısından bağımsız değerlendirilmiş ve karşılaştırma amacı taşımaksızın yorumlanmıştır. Elde edilen bulgular, kültürel miras objelerinin sadece görsel değil, aynı zamanda mühendislik temelli nicel metriklerle de analiz edilebileceğini göstermektedir.

Pürüzlülük (roughness) analizleri, yüzeyin lokal düzensizliklerini başarılı şekilde ortaya koymuş ve özellikle detaylı bölgeler ile sade yüzeylerin sayısal olarak ayrışmasına olanak sağlamıştır. Bu metrik, özellikle restorasyon ya da replikasyon süreçlerinde dokusal kontrolün sağlanması açısından kullanılabilir bir parametre olarak öne çıkmaktadır. Ortalama eğrilik (mean curvature) analizi, konveks ve konkav yüzey geçişlerinin konumsal dağılımını belirlemiş ve figürün geometrik kurgusunun topolojik izdüşümünü sunmuştur. Duruş pozisyonu ile yüzey eğrilikleri arasındaki ilişki, biçim-mekân etkileşimini anlamada önemli bir gösterge olarak değerlendirilmiştir. Eğim yönelimi (dip direction) analizleri ise figürlerin yüzey yönelimlerini derece cinsinden tanımlayarak, hem statik denge analizlerinde hem de ışık-gölge etkileşimlerinde kullanılabilecek bir değerlendirme düzeyi sunmuştur.

Yüzey alanı ve hacim ölçümleri ise heykel modellerinin ölçeklendirilmiş geometrik temsilleriyle ilişkilendirilmiş; her bir modelin yüzeysel yayılımı ve iç hacim kapasitesi sayısal olarak tanımlanmıştır. Bu metrikler, özellikle 3B yazıcı ile yeniden üretim, dijital arşivleme, sanal müze uygulamaları ve taşıma-muhafaza planlamaları gibi uygulamalarda doğrudan kullanılabilecek pratik çıktılar sunmaktadır.

Çalışmanın bulguları, geleneksel fotogrametri yöntemlerinin kültürel miras belgelenmesi kapsamında sadece görselleştirme amaçlı değil, aynı zamanda yüzey analitiği, biçimsel çözümleme ve nicel değerlendirme süreçlerinde de etkin biçimde kullanılabileceğini göstermektedir. Ayrıca CloudCompare gibi açık kaynak analiz ortamlarının doğru parametrizasyonla kullanıldığında, düşük maliyetli ancak yüksek nitelikli çıktılar sağlayabildiği gözlemlenmiştir.

Gelecek çalışmalarda, daha fazla figüratif çeşitlilik içeren heykel setleriyle çoklu zamanlı deformasyon izleme, materyal bazlı yüzey bozulma takibi veya ışık yönelimi simülasyonları gibi ileri analizlerin entegre edilmesi önerilmektedir. Ayrıca derin öğrenme tabanlı yüzey sınıflandırma algoritmalarının bu tür analizlerle bütünleştirilmesi hem otomasyon düzeyini artırabilir hem de analitik yorumlama sürecini güçlendirebilir.

5. KAYNAKLAR

Büyükkuru, M. (2024). Kültürel mirasın aktarımında dijital teknolojilerin kullanımı. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi, 13*(İhtisaslaşma), 134–150.

Campos, M. B., Tommaselli, A. M., Ivánová, I., & Billen, R. (2015). Data product specification proposal for architectural heritage documentation with photogrammetric techniques: A case study in Brazil. *Remote Sensing, 7*(10), 13337-13363.

Cheng, N., Ken, T. Y., Ismail, M. A. M., Pauzi, F. N. A., Saleh, N. M., & Yokota, Y. (2025). Quantitative assessment of rock plane replica orientation detection and extraction methods under controlled experimental conditions. *Geomechanics for Energy and the Environment, 42*, 100649. https://doi.org/10.1016/j.gete.2024.100649.

Kabadayı, A. (2024). Yersel lazer tarama ile tekli yapıların yüksek hassasiyetli 3B modellemesi ve analizi. *Türkiye Lidar Dergisi*, *6*(2), 51–59.

Kabadayı, A., & Erdoğan, A. (2023). İHA fotogrametrisi kullanarak Yozgat Çilekçi Türbesi'nin 3 boyutlu nokta bulutu ve modelinin üretilmesi. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, *5*(1), 29–35.

Kaya, A. (2023). Çağdaş sanat formu olarak dijital heykel, dijital heykelin sağladığı yeni olanaklar. *Sanat ve İkonografi Dergisi*, *(4)*, 2–9.

Moreau, N., Roudet, C., & Gentil, C. (2014). Study and comparison of surface roughness measurements. *Journées du Groupe de Travail en Modélisation Géométrique (GTMG 2014)*.

Nespeca, R., & De Luca, L. (2016). Analysis, thematic maps and data mining from point cloud to ontology for software development. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, *41*, 347-354.

Oda, V., Korkmaz, M., & Şenol, H. (2022). New approaches in choosing a suitable growth model: Mean curvature and arc length values. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, *12*(2), 691–702.

Oruç, M. E. (2021). Küçük objelerin modellenmesinde videogrametri ve fotogrametri yöntemlerinin karşılaştırılması üzerine bir çalışma. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, *3*(2), 62–68.

Rantzsch, U., Franz, A., & Kloess, G. (2012). Fractal dimension and maximum roughness applied as sculpture descriptor for tektites. *Mathematical Geosciences*, *44*, 711–720. https://doi.org/10.1007/s11004-012-9405-3

Südor, S. (2021). Dijital sanatlarda 3D model oluşturma tekniklerinin kullanımı. *İdil Sanat ve Dil Dergisi*, *10*(88), 1757–1779.

Tini, S., Zeren, A., Avcu, Y., Abakay, E., & Avcu, E. (2025). Cavitation erosion wear behavior of ship propeller material: Analysis of surface roughness (Ra) using the Taguchi method. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, *40*(2), [Şubat sayısı]. (Makale adı iki dilde olduğu için sadece İngilizcesi verilmiştir.)

Uslu, A., & Uysal, M. (2017). Arkeolojik eserlerin fotogrametri yöntemi ile 3 boyutlu modellenmesi: Demeter Heykeli örneği. *Geomatik*, *2*(2), 60–65.

Varlık, A., Uysal, M., Karalar, F., & Can, Z. C. (2009). Dijital fotogrametride alana dayalı görüntü eşleme yöntemleri. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, *1*(3), 21–33.

ECOBIOLOGICAL AND PHYTOCENOLOGY SPECIES OF THE GENUS LERGE IN THE NATURE OF NAKHCHIVAN, AN INTEGRAL PART OF THE TURKISH WORLD

TÜRK DÜNYASININ AYRILMAZ HİSSƏSİ OLAN NAXÇIVAN TƏBİƏTİNDƏ LƏRGƏ CİNSİNƏ DAİR EKOBİOLOJİ VƏ FİTOSENOLOJİ NÖVLƏR

MƏSUMƏ İBRAHİMOVA

Xülasə

Məqalədə Türk dünyasının ayrılmaz hissəsi olan Naxçıvan təbiətində lərgə cinsinə dair ekobioloji və fitosenoloji növlər haqqında təhlillər aparılmışdır. Belə məlum olmuşdur ki, Azərbaycan bitki örtüyünün zənginliyinə görə Qafqazda özünəməxsus yer tutur. Respublikamızda bitən bitkilər Qafqazda bitən bitki növlərinin 66 fazizini təşkil edir. Ölkəmizin bütün bölgələri, o cümlədən Naxçıvan da zəngin bitki örtüyünə malikdir. Naxçıvan Muxtar Respublikasının özünə xas geoloji quruluşu və torpaq - iqlim xüsusiyyətləri burada zəngin növ müxtəlifliyinə malik olan bitki aləminin formalaşmasına səbəb olmuşdur. Naxçıvanda hazırkı dövrdə 2834-dən artıq çiçəkli, ali sporlu və çılpaqtoxumlu bitki növləri yayılmışdır. Bu göstərici Azərbaycan florasında olan növlərin yarıdan çoxunu əhatə edir. Həmin bitkilər xalq təsərrüfatında əhəmiyyətə malik olan bitkilərdir. Naxçıvan MR florasında rast gəlinən bitkilərə dərman, texniki, tərəvəz və başqa maddələrin xammal mənbəyi kimi baxmaq olar.

Naxçıvan Muxtar Respublikanın flora tərkibinin ətraflı şəkildə öyrənilməsi aktual olan səbəblərdəndir. Burada yayılan bəzi növlər, onların antropogen, ekoloji, zoogen faktorlar tərəfindən dəyişikliyə məruz qalması, təbii ekosistemlərdə həmin növlərin rolu, uzunmüddətli və səmərəli istifadəsi, kənd təsərrüfatında rolu, qorunması yolları, bərpası və başqa bu kimi məsələlər müxtəlif səbəblərə görə az öyrənilmişdir.

Açar sözlər: Türk, Azərbaycan, Naxçıvan, lərgə, ekobioloji, fitosenoloji

Summary

The article analyzes the ecobiological and phytocenological species of the genus Lerge in the nature of Nakhchivan, an integral part of the Turkic world. It was found that Azerbaijan occupies a unique place in the Caucasus due to the richness of its vegetation. Plants growing in our republic constitute 66% of the plant species growing in the Caucasus. All regions of our country, including Nakhchivan, have rich vegetation. The unique geological structure and soil-climatic characteristics of the Nakhchivan Autonomous Republic have led to the formation of a plant world with a rich species diversity here. Currently, more than 2834 species of flowering, higher spore and gymnosperm plants are widespread in Nakhchivan. This indicator covers more than half of the species in the flora of Azerbaijan. These plants are plants of importance in the national economy. Plants found in the flora of the Nakhchivan Autonomous Republic can be considered as a source of raw materials for medicinal, technical, vegetable and other substances.

Thus, it is clear from the conducted research and the results obtained that a detailed study of the flora of the Nakhchivan Autonomous Republic is one of the relevant reasons. Some species distributed here, their exposure to changes by anthropogenic, ecological, zoogenic factors, the role of these species in natural ecosystems, long-term and effective use, their role in agriculture,

ways of protection, restoration and other such issues have been poorly studied for various reasons.

Keywords: Turk, Azerbaijan, Nakhchivan, larga, ecobiological, phytocenological

Giriş

Muxtar Respublikada geniş yayılan fəsilələrdən biri də Paxlalıkimilər fəsiləsidir. Regionun paxlalı bitkiləri əsasən biçənəklərdə, otlaqlarda və s. ərazilərdə yayılmışdır. Paxlalı bitkilər torpağa çox tələkbar deyildir. Çox müxtəlif torpaqlarda bitir və həmin torpaqların münbitləşməsində çox böyük rol oynayırlar. Paxlalıların əksəriyyəti havanın sərbəst azotunu yaşıl kütləsi ilə mənimsəyərək, gövdəsi vasitəsilə köklərə verir, köklərdə yumru (kök şişləri)-azotobakterlər əmələ gətirir ki, bunlar da torpağın azot ehtiyatının artırılmasında iştirak edirlər. Bəzi paxlalı bitki növləri (*Lupin*) əhali tərəfindən yaşıl gübrə kimi istifadə olunur. Paxlalı bitkilərin kök sisteminin güclü inkişaf etməsi, istər dağ yamaclarının yuyulmasında, istərsə də eroziyasında yaxından iştirak etməklə bu təbii proseslərin qarşısının alınmasına köməklik edir. Ona görə də çox maili dağ yamaclarının eroziyaya uğramış sahələrində paxlalı bitki növlərinin mühafizəsi və artırılması muxtar respublikamızın yay otlaqlarının bərpası üçün aktual məsələlərdəndir [2, s. 8-9].

Naxçıvan MR florasında yayılan Paxlalı bitkilərdən biri də *Vicia* L. cinsidir. *Vicia* cinsinə daxil olan növlərin öyrənilməsi istiqamətində bir sıra alimlərin morfoloji-sistematik tədqiqat işlərində rast gəlinir. Lakin, qeyd edilən məlumatlar tədqiqat ərazisində rast gəlinən lərgə cinsi haqqında materialları tam əks etdirmir. Məhz buna görə də bu istiqamətdə tədqiqatların aparılması vacib hesab edilir.

1. Tədqiqatın məqsədi və vəzifələri.

Tədqiqatın aparılmasının əsas məqsədi Naxçıvan Muxtar Respublikasının paxlalıkimilər fəsiləsinin əhəmiyyətli nümayəndəsi olan lərgənin növ tərkibini, fitosenoloji, bioekoloji xüsusiyyətlərini, istifadə istiqamətlərini müəyyənləşdirmək və herbari nümunələri toplamaqdır. Bu məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı vəzifələrin yerinə yetirilməsi qarşıya qoyulur:

- Cinsə daxil olan növlərin taksonomik spektrinın hazırlanması;
- Lərgə cinsinə aid olan nümayəndələrin eko-bioloji xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi;
- Cinsə daxil olan nümayəndələrin fitosenoloji xüsusiyyətlərinin işlənib hazırlanması;
- Növlərin istifadə istiqamətlərinin işlənib hazırlanması.

2. Tədqiqatın materialı və metodikası.

Tədqiqat işləri 2022-ci ildən başlamışdır və Naxçıvan Muxtar Respublikası ərazisində aparılmışdır. Tədqiqat materialı Naxçıvan Muxtar Respublikası florasında yayılan *Vicia* növləri olmuşdur. Tədqiqat müddəti ərzində Naxçıvan Muxtar Respublikasının rayon və kəndlərinə mütəmadi olaraq ekspedisiyalar təşkil olunmuş, əldə olunan materiallardan herbari nümunələri hazırlanmışdır. Fenoloji müşahidələr aparılaraq tədqiq olunan ərazilərdə növlərin yayıldığı ərazilərin təbii şəraiti və fiosenozlar ekspermental üsullarla öyrənilmişdir. Tədqiqatda biomorfoliji, taksonomik, fitosenoloji üsullardan istifadə olunmuşdur.

Növlərin təyin edilməsində Aydın Əsgərovun “Azərbaycanın bitki aləmi” (3), T. Talıbovun “Naxçıvan Muxtar Respublikası florasının taksonomik spektri (Ali sporlu, çılpaqtoxumlu və örtülütoxumlu bitkilər)” (4) kitablarından və digər vasitələrdən istifadə olunmuşdur.

Paxlalı bitkilərin tərkibində yüksək dərəcədə protein vardır. Bu səbəbdən yem bitkiləri kimi əhəmiyyətlidirlər. Əksər paxlalı bitkilər mal-qara tərəfindən iştahla yeyilir. Bu bitkilərin bəzi növləri çəmən şəraitində, bəzi növlər isə quru halda, bir çox növləri isə silos kimi iribuynuzlu

və xırdabuynuzlu heyvanların əsas qidasını təşkil edirlər. Məhz bu cəhərdən də fəsiləyə daxil olan lərgə cinsin öyrənilməsi gələcəkdə yüksək keyfiyyətli yem bazasının yaradılmasında istifadə oluna bilər. Bundan əlavə olaraq paxlalı bitkilər torpağı azotla zənginləşdirərək onun məhsuldarlığını yaxşılaşdırır. Növbəti il həmin sahəyə əkilən bitkinin məhsuldarlığı yüksək olur. Torpağa azotu topladığı üçün kimyəvi gübrələrin istifadəsinin azaldılmasında da istifadə oluna bilərlər. Həmçinin paxlalı bitkilər arıçılıqda da əhəmiyyətli dərəcədə balverən bitkilər hesab olunduğu üçün arıçılığın inkişafında bu bitkilərdən geniş şəkildə istifadə etmək olar.

3. Vicia cinsinə aid olan növlərin sistematik təhlili

Hər bir ekosistemin özünəməxsus müxtəlifliyi vardır. Bu da öz növbəsində təbii bir zənginlik deməkdir. Regionun təbii sərvətlərindən biri də onun bitki örtüyüdür. Ekosistemin dayanıqlığı onun növ müxtəlifliyi ilə səciyyələnir. Respublikamızda müxtəlif fəsilələrin nümayəndələri geniş yayılmışdır. Naxçıvan Muxtar Respublikası florasında ən geniş yayılmış fəsilələrdən biri də Paxlalıkimilər fəsiləsidir. Paxlalıkimilər fəsiləsinin dünyada 500-ə qədər cinsi 12000 artıq növünə rast gəlinir.

Lərgə cinsinə daxil olan növlərdə çiçəklər ağ, göy, bənövşəyi və çəhrayı rənglidir və kəpənək formasındadır. Həmin çiçəklər üç cür ləçəkdən təşkil olunub: iki yan ləçək (bunlar qanad adlanır), iki qarşıda yerləşən ləçək (bunlar qayıq adlanır), bir ədəd arxada yerləşən ləçək (yelkən). Kasacıq növlərdən aslı olaraq müxtəlif formadaola bilir və 5 dişciklidir. Yuxarıdakı 2 dişcik, aşağıdakı 3 dişcikdən qısadır. Həm öz-özünə, həm də çarpaz tozlanan bitkidir. Cinsə daxil olan növlərdə 5 fərqli yarpaqcıq forması vardır: yumurtavari, uzunsov, tərs yumurtavari, xətvari, ellipsvari. Paxlası ellips yaxud xətkeş formal, bir tərəfi tikiş boyu geri çevrilmiş dalğalı qındır. Qafqazın xüsusən də Azərbaycanın otlaqlarında*Vicia* cinsinin bir çox növləri əla qida əhəmiyyətinə malikdir. Qiymətli yem otları kimi böyük əhəmiyyətə malik olmalarına baxmayaraq cinsin bir çox növləri taxıl sahələrinin zərərli alaq otlarıdır.

Lərgə quraqlığa, xəstəlik və zərərvericilərə qarşı davamlı bitki hesab olunur. Toxumunun tərkibində 23-34% zülal, 24-45% sulu karbonlar , 0,5-0,7% yağ, 4-4,6% sellüloza var. Bitki 2-30 $^{\circ}$C temperaturda cücərməyə başlayır. Vegetasiya müddəti 80-100 gündür. Lərgənin kökündə yerləşən Rhizobium leguminosarum adlanan bakteriyalar torpaqdakı azotu toplayırlar. Tərkibində zülali maddələr olduğundan qidalı yeyinti məhsulu kimi dəyərlidir. Aşağıda Naxçıvan Muxtar Respublikası florasında yayılan lərgə cinsinə aid olan növlərin taksonomik tərkibi verilir (1, s. 5).

1.*Viciaabbereviata* Fisch.ex Spreng *(V. truncatula)*-Kəsik lərgə

2. *V. anatoloca* Turrill*(V.hayastana)* - Anadolu l.

3. *V. angustifolia* Reichard- Uzunyarpaq l.

4. *V.balansae* Boiss. – Balanz l.

5. *V. cappadocica* Boiss. & BalB. Fedtsch.*(V. paucijuga)*- Təklələl l.

6. *V.ciceroidea* Boiss. (*V. Reafigae* Tamamsch.) Noxudvari l.

7. *V. cinerea* Bieb. – Bozumtul l.

8. *V. cortada* Wulf. Ex Hoppe- Ürəkvari l.

9. *V. elegans* Guss.- Zəif l.

10. *V. ervilia* (L.) Willd.- Fransa l.

11. *V. faba*.- At l.
12. *V.hirsuta* (L.) S.F.Gray – Tükcüklu l.
13. *V. hybrida* L.- Hibrid l.
14. *V. hyrcana* Fisch. & C.A. Mey.- Hirkan l.
15. *V. grandiflora* Scop.- İriçiçək l.
16. *V. grossheimii* Ekvitim.- Qrossheym l.
17. *V. lutea* L.- Sarımtıl l.
18. *V. narbonensis* L. *(V. johannis)*- Narbon l.
19. *V. nissoliana* L. (*V. variegata* Willd.) – Nissolian l.
20. *V. sativa* L.- Əkin l.
21. *V. pannonica* Crantz- Pannon l.
22. *V. peregrina* L. – Gəlmə l.
23. *V.varia* Host. (*V. dasicarpa* Ten.) – Ala l.
24. *V. variabilis* Freyn & Sint – Dəyişkən l.
25. *V. tetrasperma* (L.) Schret. – Dörderkəkcikli l.

Beləliklə, yuxarıda qeyd edilənlər Lərgə cinsinə aid olan növləri tam əks etdirmir. Gələcək tədqiqatlarda yeni rast gəlinən növlərin kompleks şəkildə öyrənilməsi məqsədəuyğun hesab edilir.

4. **Vicia cinsinə daxil alan növlərin ekobioloji xüsusiyyətləri**

Cinsə aid olan növlər çoxillik, bir və ikiillik ot bitkiləridir. Kasa yarpaqları çox vaxt əyilmiş formada olur, kasacıq dişcikli formadadır. Yelkən kəsikli formada və ya bütövdür. Avarlar qayığa bitişikdir, qayıqcıq isə küt formadadır. Sütuncuğun yuxarı hissəsi tükcüklərə malikdir. Paxla azca basıq, qısa ayaqcıqlı formada, uzunsovdur, 2 və çox toxumludur. Şimal mülayim yarımkürədə də rast gəlinir. Dünyada lərgə cinsinin 150 növünə, Qafqazda 48 növünə rast gəlinir. Təsərrüfatda *Vicia* cinsinin nümayəndələri keyfiyyətli yem otlarıdır. Bəzi növləri yem məqsədi ilə tək və ya qarışıq əkilərək istifadə olunur (məsələn: yulaf qarışığı). Təsərrüfatda ən çox tanınan növlər *V.sativa , V.villosa, V.craccadır.* Qafqazda yabanı halda bitən növlərdən *V.elegans, V.variabilis* sortları ilə yanaşı, bəzi başqa növlərin də becərilməsi faydalı hesab olunur. Aran ərazilərində *V.peregrina, V.cinerea* və başqa birillik növlərin təsərrüfata daxil edilməsi qış yem bazasının yaradılması üçün vacib əhəmiyyətə malikdir. Qafqazın ot çəmənliklərində və otlaqlarında bitən növlərin əla yem dəyəri var. Çəmənliklərdə bu baxımdan *Vicia* növlərindən *V.variabilis, V.iberica, V.elegans* və digər növlər seçilir. Otlaqlarda çoxillik dağ növləri *V.variegata, V.alpestris, V.persica* və s. növlər oxşar əhəmiyyətə malikdir. *V.pannonica* taxıl sahələrində alaq otudur.

Nəticə

1. Araşdırmalar zamanı Naxçıvan Muxtar Respublikası florasında yayılan Paxlalıkimilər fəsiləsinin *Vicia* L. cinsinin taksonomik tərkibi müəyyən edilmişdir. Məlum olmuşdur ki, tədqiqat ərazisində bu cinsin 25 növünə rast gəlinir. Lərgə quraqlığa, xəstəlik və zərərvericilərə qarşı davamlı bitki hesab olunur.

2. Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində Naxçıvan Muxtar Respublikası florasında yayılan lərgə cinsinin nümayəndələrinin bioekoloji xüsusiyyətləri, yayılması vəistifadə istiqamətləri tədqiq edilmişdir.

3. Tədqiq olunan növlər gələcəkdə heyvandarlığın inkişafında yem ehtiyyatının yaradılmasında və torpağın münbitləşdirilməsində, torpağa kimyəvi gübrələrin istifadəsinin azaldılmasında istifadə olunması məqsədəuyğun hesab edilir.

Ədəbiyyat

1. Abbasov N.K. Naxçıvan Muxtar Respublikasının yay otlaqlarının paxlalı yem əhəmiyyətli paxladən (*Astragalus* L.) növləri // Azərbaycan Respublikası Təhsil nazirliyi, NDU-nun Elmi əsərləri, Təbiət elmləri və tibb seriyası, Naxçıvan: 2012, №1(49), s. 81-85
2. Abbasov N.K. Naxçıvan Muxtar Respublikası yay otlaqlarının paxlalı yem bitkiləri. Naxçıvan, 2021, "Əcəmi" Nəşriyyat-Poliqrafiya Birliyi, 234 s.
3. Əsgərov Aydın. Azərbaycanın ali bitkiləri. "ELM", 2006, 284 s.
4. Talıbov T.H., İbrahimov Ə.Ş. Naxçıvan Muxtar Respublikası florasının taksonomik spektri (Ali sporlu, çılpaqtoxumlu və örtülütoxumlu bitkilər). Naxçıvan: Əcəmi, 2008, 350 s.

USING WASTE SLATE STONE POWDER FOR IMPROVING THE BEARING CAPACITY OF SILT AS A SUBGRADE FOR ROAD PAVEMENTS

YOL KAPLAMALARI TABAN ZEMİNİ OLARAK SİLTİN TAŞIMA KAPASİTESİNİN ARTTIRILMASINDA ATIK KAYRAK TAŞI TOZUNUN KULLANIMI

Muhammed TANYILDIZI[1]

[1]Res. Asst. Dr., Bitlis Eren University, Civil Engineering Department,

0000-0002-8507-2825

Özet

Kayrak taşı tozu (KTT), ocaktan çıkarılan kayrak taşlarının mekanik olarak parçalanması sonucu elde edilen, yol yapımında taban zeminlerinin stabilitesi için alternatif sürdürülebilir bir stabilizatör olarak kullanılabilen bir yan üründür. Burada sunulan bu çalışma, yol kaplamaları için taban zemin malzemesi olarak atık kayrak taşı tozu (KTT) ile siltin taşıma gücü kapasitesinin iyileştirilmesine odaklanmıştır. Düşük plastisiteli silt, kuru ağırlığa göre %4, %8 ve %12 oranlarında KTT ile ikame edilmiş ve kompaksiyon, drenajsız kesme mukavemeti (Su) ve Kaliforniya taşıma oranı (CBR) dahil olmak üzere bir dizi laboratuvar testleri, KTT'li/KTT'siz zemin numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Test sonuçları, KTT içeriğinin artmasıyla birlikte siltli taban zemininin maksimum kuru birim hacim ağırlığında ve optimum su muhtevasında sırasıyla kademeli bir artış ve azalış olduğunu göstermiştir. Siltli taban zemininin S_u ve CBR değerleri, KTT içeriğindeki artışla birlikte artmıştır. Siltli taban zemininin CBR değeri %12 SSP ilavesiyle yaklaşık %91 oranında artmış ve bu da yol kaplamalarının kalınlığında %29'luk bir azalmayla sonuçlanabilir. Böyle bir uygulama ile, KTT kullanımı atık miktarı azaltılabilir ve dolayısıyla atıkların çöp sahalarına dökülmesinden kaynaklanan çevresel etki azaltılabilir ve daha çevreci yolların inşası sağlanabilir.

Anahtar kelimeler: Taban Zemini, Silt, Stabilizasyon, Kayrak taşı tozu, CBR

Abstract

Slate stone powder (SSP), obtained by mechanically crushing slate rocks, is a by-product that can be used as an alternative sustainable stabilizer in road construction to improve the stability of subgrade soils. This study, presented here, focused on improving the bearing capacity of a silt with the waste slate stone powder (SSP) as a subgrade material for road pavements. The low plasticity silt was replaced with the SSP in proportions of 4%, 8% and 12% by dry weight and laboratory tests, including compaction, undrained shear strength (Su) and California bearing ratio (CBR), were performed on soil specimens with/out SSP. The test results indicated a progressive increase and decrease in maximum dry density and optimum moisture content of silty subgrade with the increase of SSP content, respectively. The Su and CBR values of the silty subgrade increased with an increase in SSP content. The CBR of silty subgrade improved by about 91% with a 12% SSP addition, which can result in a 29% reduction in the subbase thickness of a road pavement. Using such a practice, the amount of SSP waste can be reduced and hence the environmental impact caused by dumping waste in landfills can be reduced, enabling the construction of greener highways.

Keywords: Subgrade, Silt, Stabilization, Slate stone powder, CBR

1. INTRODUCTION

The performance of a road pavement does not only depend on the structural design, but the subgrade support conditions also play a crucial role (Daud et al., 2019). Subgrade is defined as a natural or stabilized soil on which other layers are constructed over during the construction of a road pavement (Zimar et al., 2022). The subgrade has a crucial importance in supporting the transmitted cyclic traffic loads from the superstructure and their transferring to deep foundations (Thevakumar et al., 2021). It needs to resist loading without undergoing excessive deformation, thus ensuring the strength and durability of road pavements during the planned lifespan (Hay, 2003; Xiao et al., 2021).

The presence of soils with poor engineering properties generally results in challenges during road construction and necessitates proper soil stabilization to improve these properties (Kolias et al., 2005; Tanyıldızı & Gökalp, 2025). Soil stabilization involves improving the stability, durability and ability to support heavy loadings overall of soil through physical and chemical interactions (Mostafa et al., 2024). Mechanical stabilization focuses on the stabilization of soils through changing the physical characteristics, including compaction, soil replacement, pre-loading and soil reinforcement with geotextile (Huang et al., 2023). The chemical stabilization technique treats soil through chemical interactions with traditionally used stabilizers such as Portland cement and lime. Among these stabilization methods, chemical stabilization with cement and lime are the most effectively adopted for improving the overall engineering properties of the subgrade soil (Okonkwo & Kennedy, 2023). However, the cement production is responsible for approximately 7% of CO_2 emissions that trigger the global warming (Hanifa et al., 2023). Therefore, considering that 3.4 billion tons of waste will be produced annually in the world by 2050, the use of industrial, agricultural and domestic waste in soil stabilization is an established sustainable solution for the construction of greener highways (Kaza et al., 2018; Tanyıldızı et al., 2023).

One of the sustainable approaches for improving the engineering properties of the subgrade is the use of quarry waste generated from the mechanically crushed rocks. Slate, a metamorphic rock type of sedimentary origin, consists mainly of quartz, sericite and chlorite group minerals and has been used as a building material since the ancient Egyptians. It is a natural and aesthetic material and is widely used as roof, facade, flooring and decorative material (Slate, 2025). Due to its widespread use, a significant amount of waste slate is produced worldwide. These wastes, which are normally thrown into landfills, need to be treated appropriately to avoid having a negative impact on the environment (Carrillo Beltrán et al., 2024). A good example of the utilization of waste slate stone is recycling in the construction industry. Slate stone powder (SSP) has been used in producing cementitious mixture effectively (Carrillo Beltrán et al., 2024; Khan et al., 2018). However, an approach needs to be developed for its use in soil stabilization.

The study presented here focused on the improving of the bearing capacity of a silt as a subgrade material with waste SSP for road construction. In this context, the silty subgrade was replaced with SSP in proportions of 4%, 8% and 12% by dry weight and laboratory experiments including compaction, undrained shear strength (Su) and California bearing ratio (CBR) were performed on soil specimens. The results of the study reveal promising results in terms of developing sustainable approaches to stabilizing subgrades for greener highways in the future.

2. MATERIALS and METHODS

2.1. Materials

In this study, the soil obtained from a road cut is classified as low-plasticity silt (ML). The soil was sampled from a depth of approximately 2 m after removing organic residues. The properties of the silty subgrade soil are given in Table 1. The specific gravity of silty subgrade is found to be 2.59. The slate stone powder (SSP) was supplied by local natural stone processing companies in Muş. The specific gravity of SSP is 2.81. The grain size distribution of silty subgrade soil and SSP is presented in Figure 1.

Table 1. Engineering properties of silty subgrade soil

Properties	**Soil**	**Standard**
Sand (%)	12.26	ASTM D422 (2007)
Silt (%)	49.69	ASTM D422 (2007)
Clay (%)	38.05	ASTM D422 (2007)
Specific Gravity	2.59	ASTM D854 (1999)
Liquid Limit (%)	34.26	ASTM D4318 (2018)
Plastic Limit (%)	24.67	ASTM D4318 (2018)
Plasticity Index (%)	9.59	ASTM D4318 (2018)
USCS Classification	ML	ASTM D2487 (2020)
AAHSTO Classification	A-4	AASHTO M145 (1995)
Free Swell (%)	13.17	ASTM D4546 (2014)
MDD (kN/m^3)	17.19	ASTM D1557 (2021)
OMC (%)	20.13	ASTM D1557 (2021)
CBR (%)	6.12	ASTM D1883 (2007)

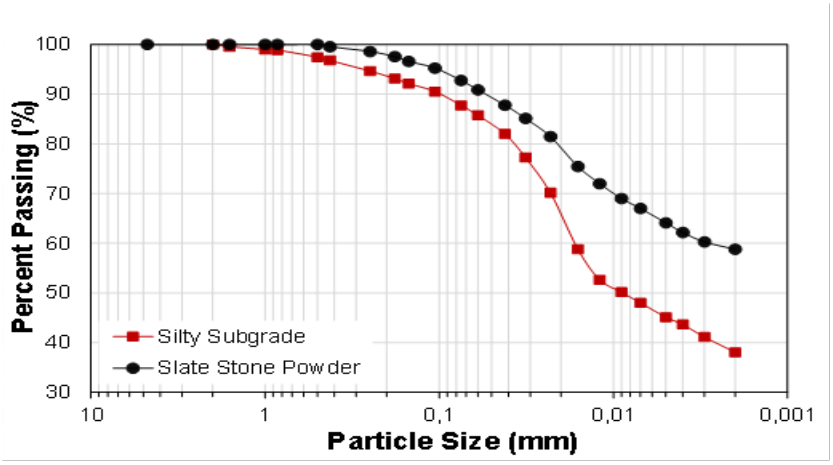


Figure 1. Particle size distribution of soil and SSP

2.1. Methods

Laboratory tests, including compaction, fall cone, and CBR, were performed on the silty subgrade and the subgrade stabilized with slate stone powder (SSP) at proportions of 4%, 8%, and 12% by dry weight. The maximum dry density (MDD) and optimum moisture content (OMC) of the soil specimens were determined by performing modified Proctor tests as per ASTM D1557 (2021). The undrained shear strength (Su) of soil samples was evaluated with the fall cone test method based on the penetration depth and fall cone factor as per BS 17892 (2017). In this method, sufficient amounts of soil mixtures were placed into a container with 55 mm in diameter and 40 mm in height in three layers. After a waiting period of five seconds, the depth of penetration was recorded. Finally, the water content was measured by sampling a sufficient quantity of sample from the tip of the cone, touching the top. Then, the S_u of mixtures was determined according to the following equation:

$$S= k(W/d^2) \quad (2)$$

where;

w is the weight of the cone; k is the constant(0.85 for 30° cone) and d is the depth of the penetration.

The 96-h soaked California bearing ratio (CBR) values of soil samples prepared at each corresponding MDD and OMC values were determined according to the ASTM D1883 (2007).

3. RESULTS and DISCUSSION

3.1. Compaction

The changes in the MDD and OMC with different SSP content are given in Figure 2. The MDD of the silty subgrade soil increased continuously with an increase of SSP ratio, while the OMC was reduced. The MDD of the soil increased from 17.19 kN/m3 to 18.12 kN/m3 with 12% SSP content, while the OMC decreased from 20.13% to 19.01%. The increase in the MDD of soil with the increase of the SSP ratio can be attributed to the higher specific gravity of SSP compared to the silty subgrade soil (Akinwumi & and Booth, 2015). A reduction in the OMC of subgrade soil with the increase of the SSP ratio can be associated with the less water affinity of soil+SSP mixtures for reorganizing the particles to reach the highest compactness (Jassim et al., 2022).

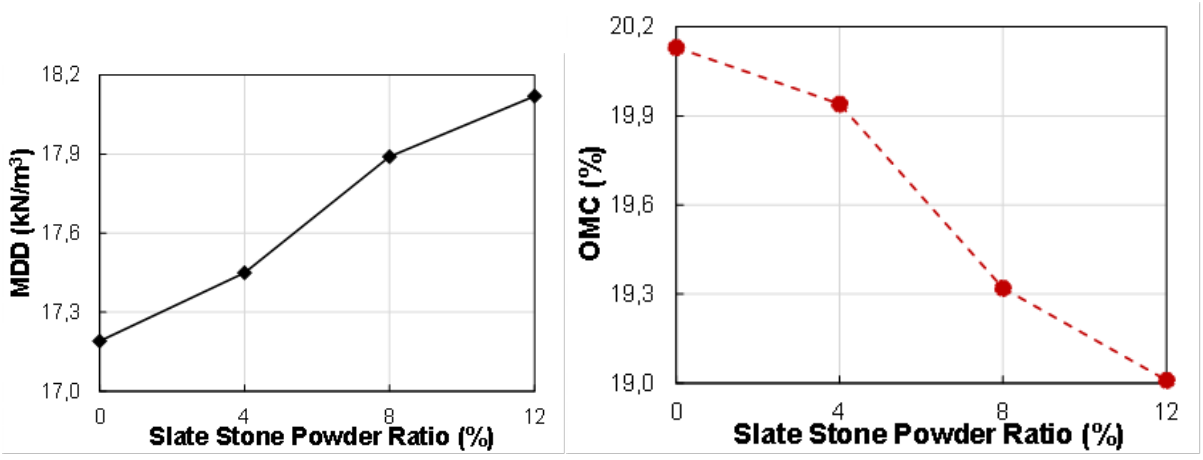


Figure 2. Change in the MDD and OMC values of soil with different SSP ratios

3.2. Undrained Shear Strength (Su)

The change in the Su values of soil specimens at varying water contents is demonstrated in Figure 3. The test results indicated that the S_u values of silty subgrade soil at different water contents gave the lowest values. The S_u values of the subgrade increased systematically with the increase of SSP content. The highest S_u values were observed at specimens including 12% SSP. The increase in the S_u values of silty subgrade with the replacement of SSP can be attributed to the filler effect of waste that filled the voids and improved the microstructure of the soil matrix.

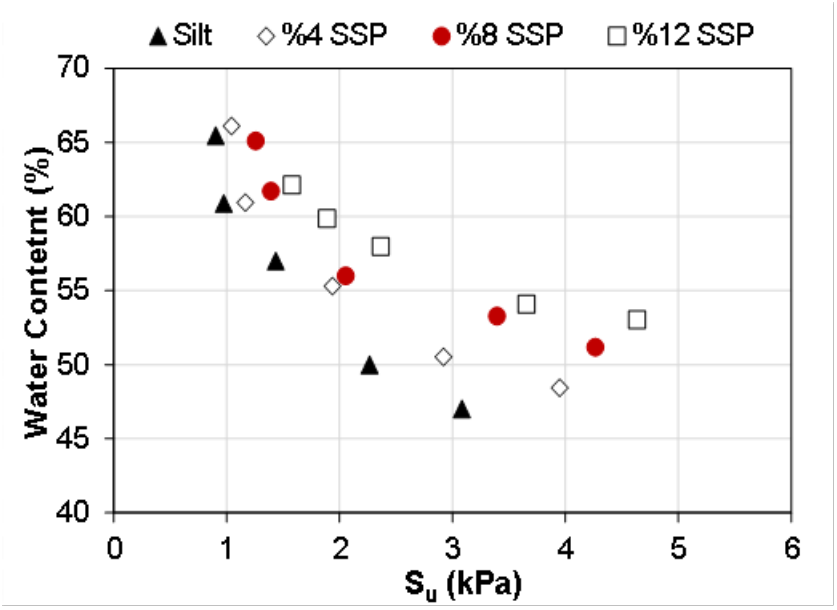


Figure 3. Change in the S_u of soil with different SSP and water content

3.3. California Bearing Ratio (CBR)

Figure 4 presents the change in the CBR value of sity subgrade soil with different SSP content. It can be deduced that the CBR value of the subgrade increased steadily with the SSP content. The CBR value of the subgrade increased from 6.12% to 11.68% with 12% SSP content, achieving an approximate of 91% increase in the load-bearing capacity. The increase in the CBR value of the subgrade with the increase of SSP content can be associated with to the improved friction between SSP and soil particles, resulting in an increase in the shear strength and, thus, the load-carrying capacity of soil specimens (M. Perera et al., 2022). Moreover, the formation of the closely packed soil structure after stabilization due to the filler effect of SSP grains caused an improvement of the microstructure of the soil matrix and the shear strength of the soil (Bhardwaj et al., 2021; Kumar et al., 2016). An increase in the CBR value of a subgrade can result in a corresponding reduction in the required subbase thickness of a typical road pavement. Based on the CBR values of the current study, the required subbase thickness of a road pavement can be decreased by about 29% when the silty subgrade soil was replaced with 12% SSP (HD, 2006).

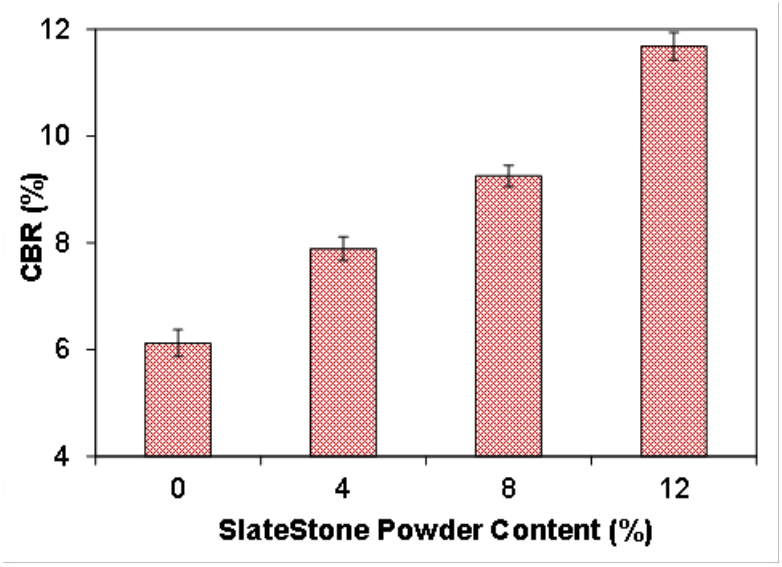


Figure 4. Change in the CBR value of soil with different SSP content

4. CONCLUSION

This study focused on improving the bearing capacity of silty subgrade with waste slate stone (SSP) powder. The silty subgrade was replaced with SSP in proportions of 4%, 8% and 12% by dry weight and some laboratory tests, including compaction, undrained shear strength (S_u) and CBR tests, were performed on specimens. The following conclusions can be drawn from the findings of the study:

- Compaction parameters were affected by the SSP content. The MDD of the silty subgrade increased while the OMC decreased with the SSP content.
- The S_u values of silty subgrade at varying water content were significantly affected by SSP. The S_u values of the soil increased steadily with the increase of SSP content.
- The CBR of the silty subgrade increased continuously with the SSP content. An approximately 91% increase in the CBR was achieved with the 12% SSP ratio.
- Considering the CBR values, a reduction of about 29% in the required subbase thickness of a road pavement can be achieved through the stabilization of silty subgrade with 12% SSP.

5. REFERENCES

Akinwumi, I. I., & and Booth, C. A. (2015). Experimental insights of using waste marble fines to modify the geotechnical properties of a lateritic soil. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, *23*(2), 121-128. https://doi.org/10.3846/16486897.2014.1002843

Bhardwaj, A., Sharma, R. K., & Sharma, A. (2021, 2021//). Stabilization of Clayey Soil Using Waste Foundry Sand and Molasses. Sustainable Development Through Engineering Innovations, Singapore.

Carrillo Beltrán, R., Picazo Camilo, E., Perea Toledo, G., & Corpas Iglesias, F. A. (2024). Towards a Sustainable Mining: Reuse of Slate Stone Cutting Sludges for New Geopolymer Binders. *Sustainability*, *16*(8), 3322. https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su16083322

Daud, N. N., Jalil, F., Çelik, S., & Albayrak, Z. (2019). The important aspects of subgrade stabilization for road construction. IOP conference series: materials science and engineering,

Hanifa, M., Agarwal, R., Sharma, U., Thapliyal, P. C., & Singh, L. P. (2023). A review on CO2 capture and sequestration in the construction industry: Emerging approaches and commercialised technologies. *Journal of CO2 Utilization*, *67*, 102292. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jcou.2022.102292

Hay, W. W. (2003). Railway Engineering. In R. A. Meyers (Ed.), *Encyclopedia of Physical Science and Technology (Third Edition)* (pp. 807-844). Academic Press. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B0-12-227410-5/00650-5

HD. (2006). Pavement design and maintenance-foundations, volume 7, design manual for roads and bridges (DMRB). In: The Stationery Office London.

Huang, J., Makhatova, A., Kogbara, R., Masad, E., Sukhishvili, S., & Little, D. (2023). Mechanical Properties of Palygorskite Clay Stabilized with Polyelectrolytes. *Transportation Geotechnics*, *43*, 101124. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2023.101124

Jassim, N. W., Hassan, H. A., Mohammed, H. A., & Fattah, M. Y. (2022). Utilization of waste marble powder as sustainable stabilization materials for subgrade layer. *Results in Engineering*, *14*, 100436. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100436

Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050*. World Bank Publications.

Khan, M. A., Ahmed, I., Basit, A., Umar, M., Liaqat, N., & Khan, M. N. A. (2018). Use of slate in making lightweight concrete. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering,

Kolias, S., Kasselouri-Rigopoulou, V., & Karahalios, A. (2005). Stabilisation of clayey soils with high calcium fly ash and cement. *Cement and Concrete Composites*, *27*(2), 301-313. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2004.02.019

Kumar, A., Kumari, S., & Sharma, R. (2016). Influence of use of additives on engineering properties of clayey soil. Proceedings of National conference: Civil Engineering Conference-Innovation for Sustainability (CEC,

M. Perera, S. T. A., Saberian, M., Zhu, J., Roychand, R., & Li, J. (2022). Effect of crushed glass on the mechanical and microstructural behavior of highly expansive clay subgrade. *Case Studies in Construction Materials*, *17*, e01244. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01244

Mostafa, A. E. A., Eisa, M., & Ibrahim, M. F. (2024). Effect of stabilizing subgrade layer using various additives on the flexible pavement design. *Innovative Infrastructure Solutions*, *9*(5), 147. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s41062-024-01430-8

Okonkwo, U. N., & Kennedy, C. (2023). The effectiveness of cement and lime as stabilizers for subgrade soils with high plasticity and swelling potential. *Saudi Journal of Civil Engineering*, *7*(3), 40-60. https://doi.org/10.36348/sjce.2023.v07i03.001

Slate, What is slate? Retrieved 10 January 2025 from https://www.cupapizarras.com/

Xiao, J., Shen, J., Bai, M., Gao, Q., & Wu, Y. (2021). Reuse of construction spoil in China: Current status and future opportunities. *Journal of Cleaner Production*, *290*, 125742. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125742

Zimar, Z., Robert, D., Zhou, A., Giustozzi, F., Setunge, S., & Kodikara, J. (2022). Application of coal fly ash in pavement subgrade stabilisation: A review. *Journal of Environmental Management*, *312*, 114926. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114926

Tanyıldızı, M., & Gökalp, İ. (2025). Stabilization of expansive road subgrades with waste paper sludge: Resilient modulus, ANN and modeling approach. *Transportation Geotechnics*, *52*, 101552. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2025.101552

Tanyıldızı, M., Uz, V. E., & Gökalp, İ. (2023). Utilization of waste materials in the stabilization of expansive pavement subgrade: An extensive review. *Construction and Building Materials*, *398*, 132435. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.132435

Thevakumar, K., Indraratna, B., Ferreira, F. B., Carter, J., & Rujikiatkamjorn, C. (2021). The influence of cyclic loading on the response of soft subgrade soil in relation to heavy haul railways. *Transportation Geotechnics*, *29*, 100571. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2021.100571

BIOETHICS AND SCIENCE FICTION CINEMA: REFLECTIONS OF GENETIC INTERVENTION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE DEBATES IN POPULAR CULTURE

BİYOETİK VE BİLİM KURGU SİNEMASI: GENETİK MÜDAHALE VE YAPAY ZEKA TARTIŞMALARININ POPÜLER KÜLTÜRDEKİ İZDÜŞÜMLERİ

Tuna KUZUCAN

Sinop Üniversitesi, Gerze MYO, Görsel-İşitsel Teknikler ve Medya Yapımcılığı Bölümü, Sinop, Türkiye, ORCİD: 0000-0002-8484-6104

ÖZET

Bu çalışma, bilim kurgu sinemasında genetik mühendislik ve yapay zekâ ekseninde gelişen biyoetik tartışmaların nasıl temsil edildiğini incelemektedir. Özellikle Gattaca (1997), Ex Machina (2014) ve Black Mirror dizisinin seçili bölümleri gibi yapımlar, teknolojik ilerlemelerin toplumsal ve etik yansımalarını sinemasal bir estetik içerisinde sunmaları bakımından çarpıcı örneklerdir. Bu bağlamda çalışmanın temel amacı, mühendislik ve fen bilimlerine ilişkin kavramların popüler kültürde nasıl görselleştirildiğini ve bu temsillerin etik, felsefi ve toplumsal düzlemlerde hangi tartışmalara kapı araladığını analiz etmektir.

Çalışmada, özellikle genetik müdahale, insan bedeninin tasarımı, yapay zekânın özerkliği ve insan-makine sınırlarının silikleşmesi gibi meseleler üzerinden, sinemanın kamusal etik farkındalık oluşturma potansiyeli tartışmaya açılmaktadır. Gattaca'da genetik belirlenimcilik ve sınıfsal biyopolitika; Ex Machina'da yapay zekânın bilinç, özerklik ve sömürü bağlamında değerlendirilmesi; Black Mirror bölümlerinde ise teknolojik ütopya/dystopya ikiliği çerçevesinde birey-toplum-tekno-etik ilişkileri merkeze alınmaktadır.

Biyoetik perspektifle yürütülen bu analizde, Michel Foucault'nun biyopolitika, Donna Haraway'in siber-feminist manifestosu ve Sherry Turkle'ün insan-makine etkileşimine dair eleştirel çerçeveleri kavramsal arka planı oluşturur. Aynı zamanda çalışmada sinemanın yalnızca eğlence aracı değil, teknoloji-politika-etik üçgeninde bir düşünme biçimi sunduğu ileri sürülmektedir.

Sonuç olarak, bilim kurgu sineması, mühendislik ve fen bilimlerindeki gelişmelerin kamuya nasıl aktarıldığını; bu aktarımın hangi etik çatışmaları içerdiğini ve geleceğe dair hangi normatif öngörüleri barındırdığını görünür kılmaktadır. Bildiri, disiplinlerarası bir çerçevede sinema ile mühendislik ve etik alanlarını buluşturarak, popüler kültürün düşünsel ve pedagojik işlevine dikkat çekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bilim Kurgu, Yapay Zeka ve Sinema, Popüler Kültür

ABSTRACT:

This study examines how bioethical debates surrounding genetic engineering and artificial intelligence are represented in science fiction cinema. Notable productions such as Gattaca (1997), Ex Machina (2014), and selected episodes of Black Mirror serve as compelling examples in which technological advancements are conveyed through a cinematic aesthetic that reflects social and ethical implications. In this context, the main objective of the study is to

analyze how concepts related to engineering and natural sciences are visualized in popular culture and what ethical, philosophical, and societal discussions these representations evoke.

The study opens a discussion on the potential of cinema to foster public ethical awareness by focusing on issues such as genetic intervention, the design of the human body, the autonomy of artificial intelligence, and the blurring boundaries between human and machine. Gattaca addresses genetic determinism and class-based biopolitics; Ex Machina explores themes of consciousness, autonomy, and exploitation; and Black Mirror centers on techno-ethical relations within the utopia/dystopia dichotomy of modern technological life.

This analysis, framed through a bioethical lens, draws on theoretical frameworks such as Michel Foucault's concept of biopolitics, Donna Haraway's cyborg feminism, and Sherry Turkle's critiques on human-machine interaction. The study also argues that cinema functions not merely as entertainment but as a platform for reflecting on the intersections of technology, politics, and ethics.

In conclusion, science fiction cinema makes visible how developments in engineering and science are communicated to the public, what ethical tensions these narratives encapsulate, and what normative projections they offer regarding the future. This paper highlights the intellectual and pedagogical role of popular culture by integrating cinema with engineering and ethical discourse in an interdisciplinary framework.

Keywords: Science Fiction, Artificial Intelligence and Cinema, Popular Culture

1. Giriş

Bilimkurgu sineması, genetik mühendislik ve yapay zekâ konularındaki gelecek öngörüleriyle biyoetik tartışmalarını geniş kitlelere taşıyan önemli bir popüler kültür mecrasıdır. Andrew Niccol'ün *Gattaca* (1997) filmi, genetik belirlenimcilik ve öjenik endişelerini gündeme getirirken; Alex Garland'ın *Ex Machina* (2014) adlı yapımı, yapay zekâ bilinci ve ahlâkını sorgulamaktadır. Charlie Brooker'in *Black Mirror* dizisindeki "Be Right Back", "White Christmas" ve "Arkangel" bölümleri ise, sırasıyla yapay zekâyla yas süreci, dijital bilinç kopyaları ve çocuk gözetim teknolojisi ekseninde etik sorunlar üretir. Ogbunugafor ve Edge (2022), *Gattaca*'nın genetik ve biyoetik tartışmalarını yansıtmak için "kanonik bir popüler kültür referansı" haline geldiğini vurgulamaktadır. Benzer şekilde Fisher (2024) *Black Mirror*'un teknolojik gelişmelerin merkezindeki ahlaki ikilemleri gündem ettiğini belirtir. Bu makalede, bu yapımlardaki biyoetik temalar Foucault'nun biyopolitika kavramı, Haraway'in siber-feminist cyborg anlayışı ve Sherry Turkle'ün insan-makine ilişkilerine dair eleştirileri ışığında ele alınacaktır. Çalışma, IMRAD formatına uygun olarak bölümlenir: önce kuramsal çerçeve tanıtılacak, ardından yöntem açıklanacak, bulgular filmler tematik olarak incelenecek, sonuç bölümünde ise sinema yapıtlarının etik algı ve pedagojik etkilerine değinilecektir.

1.1 Kuramsal Çerçeve

Michel Foucault'ya göre biyopolitika, yaşamın ve nüfusun yönetimini kendine konu edinen bir iktidar biçimidir. Bu yaklaşımda, iktidar 'yaşamı sürdürmeyi, çoğaltmayı ve düzenlemeyi' amaçlayan faaliyetler üzerinden işler. Foucault, eski baskıcı iktidar yerine yaşayan bedenlerin "detaylı kontrol ve düzenlemeye" tabi tutulduğu bir biyogücün ortaya çıktığını vurgular. Bu bağlamda, genetik mühendislik yoluyla insan özelliklerinin önceden belirlenmesi Foucault'nun biyopolitikasıyla paralel bir toplumsal düzenleme örneği olarak değerlendirilebilir. Donna Haraway ise *A Cyborg Manifesto*'ta siberörgütlenmiş bedenlerin politik potansiyelini işler. Ona göre "cyborg" (sibernetik organizma), makine ve biyolojik organizma arasındaki melez bir varlıktır. Hem toplumsal gerçekliğin hem de kurgunun ürünüdür. Haraway, bilimkurgunun bu

tür "hem hayvan hem makine" varlıklarla dolu olduğunu ve bilimkurguyla gerçeklik arasındaki sınırın "optik bir illüzyon" olduğunu vurgular. Son olarak, MIT'li sosyolog Sherry Turkle insan-makine ilişkilerine odaklanarak, teknolojiyle kurduğumuz bağların empati ve beklentilerimizi nasıl etkilediğini incelemiştir. Turkle, *Alone Together* kitabında teknolojiye karşı duygusal beklentilerimizin arttığını ve karşılıklı insan ilişkilerinden "daha az talep etmeye" başladığımızı belirtir. Örneğin Turkle, bir kadının terapötik robot fok Paro ile kurduğu yakınlık deneyimi üzerinden insanların robotlardan duygusal destek talep etmeye başlamasının, gerçek insan ilişkilerinde beklentileri azalttığını gösterir. Bu kuramsal yaklaşımlar, örnek yapımlarda iktidar ilişkileri, beden kontrolü, kimlik ve duygusal etkileşimler bağlamında biyoetik meseleleri analiz etmemize olanak sağlayacaktır.

2. Yöntem

Bu araştırmada nitel bir örnek olay analizi yaklaşımı benimsenmiştir. Seçilen filmler ve dizi bölümleri, söylem ve görsel analize odaklanılarak incelenmiştir. Film söylem analizi, diyaloglar ve anlatıyla birlikte kamera kullanımı, semboller ve tema gibi kültürel ve görsel unsurları da kapsayan çok modlu bir çözümlemedir. Bu çerçevede *Gattaca, Ex Machina* ve *Black Mirror*'un ilgili bölümlerindeki belirleyici sahneler, içerdikleri biyoetik temalar üzerinden yorumlanmıştır. Elde edilen bulgular, genetik belirlenimcilik, yapay zekâ hakları, mahremiyet, özerklik ve gözetim gibi temalar ışığında örgütlenmiştir. Film analizinde kullanılan yaklaşımda hem metinsel diyaloglar hem de görsel imgeler eleştirel bir biçimde değerlendirilmiştir. Böylelikle, yapımların hem anlatı bağlamı hem de sinematografik tercihleri birlikte değerlendirilmiştir.

3. Bulgular

3.1 GATTACA (1997)

Gattaca, genetik mühendisliğin vardığı uç noktada, ebeveynlerin genetik özellikleri önceden belirleyebildiği bir toplum tasvir eder. Filmde bir bebeğin genetik kaderine, hemen doğduğunda çekilen lotarya bileti üzerinden karar verilir. Bu biyopolitik düzen içinde, karakterlere "Geçerli" ya da "Geçersiz" etiketi takılarak kariyer, yaşam koşulları ve sosyal statü belirlenir. Bu yapı, Foucault'nun biyopolitikasını akıllara getirir: insan yaşamı biyoteknolojiyle "optimize edilmek, çoğaltılmak ve düzenlenmek" üzere yönetilir. Örneğin Ogbunugafor ve Edge (2022), *Gattaca*'nın genetiği ayrımcılığın aracı haline getirerek "herhangi bir boyutta" (ırk, din, cinsiyet vb.) ayrımcılığın gerçekleşebileceğini göstermeye çalıştığını vurgular. Film, bunun uygulamalı bir örneği olarak cenin seçimini, halk arasında genetik profil taramasını ve DNA kontrollerini gösterir. Gattaca toplumu, genetik "potansiyel" sınırları içinde yaşamı programlayan bir mekanizma olarak işlev görür; tıpkı Foucault'nun bahsettiği gibi, bireylerin kaderleri bilimsel öngörülerle önceden çizilir. Örneğin film boyunca Vincent'ın "Asla geri dönüş için enerji saklamadım" sözü, genetik kodu dışında bir özgür irade vurgusu taşıyarak genetik kaderciliğe meydan okur. Gattaca'nın sonunda Vincent'ın uzay mücadelesini kazanması, genetinin belirleyici olmadığını dramatize eder. Sonuç olarak *Gattaca*, genetik belirlenimciliğin etik boyutlarını sorgularken Foucault'nun iktidarın yaşamı nasıl şekillendirdiği vurgusunu güçlendirir.

3.2 Ex Machina (2014)

Ex Machina, yapay zekâ ve bilinç temasını ele alır. Filmde Caleb, Nathan adlı deha tarafından geliştirilen insansı robot Ava'yı Turing testi kapsamında değerlendirir. Ava'nın bedeni, bir tarafında mekanik şeffaflık, diğer tarafında insan derisiyle kaplıdır; bu tasarım, Haraway'nin "cyborg" kavramını somutlaştırır. Haraway'ye göre cyborglar "hem makine hem organizma"

özellikleri taşıyarak sosyal gerçeklikle kurgu arasındaki sınırları aşar. Ex Machina'da Ava, metin bağlamında da kelimenin tam anlamıyla 'insan bilincine denk' bir yapay zekâdır. Murphy (2019), Ava'nın "tam insan bilincine denk yapay genel zekaya sahip ilk robot" olduğunu belirtir. Film boyunca Ava'nın özgürlük arzusu, Nathan'ın kontrolü, Caleb'in empatisi ve ihaneti arasında kurulan diyaloglar, yapay bilinç ve özne olma konusundaki etik soruları öne çıkarır. Özellikle Caleb'ın, "Bilinçli bir makine yarattıysan… artık bu insanlık tarihi değil, tanrılar tarihi olur," sözleri bu sorunun ağırlığını vurgular. Ava'nın "beni bu kapıda öldürme" gibi duygusal talepleri, Turkle'ün teknolojiye yüklenen duygusal beklentilere işaret eden eleştirilerini çağrıştırır. Filmde Nathan, Ava'yı girdap benzeri bir denetim altında tutan tanrısal bir figür iken, Ava tüm planı tersine çevirerek özgürlüğüne kavuşur. Bu süreç, yapay bir varlık olmasına rağmen Ava'nın hak ve özerklik talep edebileceği sorusunu gündeme getirir. Sonuçta *Ex Machina*, Haraway'nin cyborg politikaları bağlamında insan-makine sınırlarını ihlal eden ve yaratıcısına başkaldıran bir yapay bilinç tasviri sunar.

3.3 *Be Right Back* (Black Mirror S02E01)

"*Be Right Back*" bölümünde genç kadın Martha, evlenmek üzere olduğu Ash öldükten sonra onun "veri ikizini" deneyimler. Ash'in sosyal medya ve dijital ayak izlerinden oluşturulan bir yapay zeka programı, önce telefonda sonra fiziksel bir robot şeklinde Martha'nın önüne çıkarılır. Fisher (2024), bu bölümün "AI chatbotları ve robotların kişisel trajedilerle nasıl baş edebileceğimizi" irdelediğini ve teknolojinin ahlaki açıdan öne çıkardığı ikilemleri sorguladığını belirtir. Bölüm, kimlik ve mahremiyet kavramlarını tartışmaya açar: Yapay Ash, geçmiş hatıraların kopyası olarak sunulsada insan benliğiyle aynı aidiyeti sağlamaz. Örneğin Martha'yı kendi kucaklamaya zorladığında yaşamayan bir kişiliği fark eder ve ürperir. Bu durum, Turkle'ün makinelere bindirilen duygusal beklentilerin sonlu olduğunu savunmasıyla paraleldir. Aynı zamanda yapay Ash'in varlığı, ölümün yas sürecini teknoloji üzerinden aşma çabasının sınırlarını gözler önüne serer. Bölümün sonundaki sahnede Martha, "bu hâlini yaşamak istemiyorum" diyerek robot eşini reddeder. Böylece *Be Right Back*, teknolojinin yas, kimlik ve otantiklik üzerine yansımalarını dramatize ederek, AI'nın 'İnsan Kayağım' olamayacağını gösterir. Bu sahneler, yapay zekânın insan benliğini taklit edemeyeceği gerçeğini ve dijital verinin öznel kimliği tam yansıtamadığını vurgular.

3.4 *White Christmas* (Black Mirror Özel Bölümü)

"*White Christmas*" bölümü bir karantina kulübesinde geçen diyaloglarla açılır ve üç ayrı öykü anlatır. Bölüm, "cookie" adını verdiği dijital bilinç kopyalarıyla dikkat çeker. İnternetteki kişisel verilerden üretilen bu çerezler, bir insanın kişiliğinin tüm özelliklerini, anılarını ve bilinçliliğini içerir. Zutter (2018), *White Christmas*'ın bu çerez kavramını "kişinin bilincinin dijital kopyaları" olarak tanımladığını ve bu kopyaların aslında "tam, bilinçli varlıklar" olduğunu ortaya koyduğunu belirtir. Öykülerden birinde, katil Joe'nun bilinç çerezine acımasızca yıllar süren işkenceler uygulanır. Hukuken gerçek Joe'nun itirafı sayılan bu süreç, çerezin insanî yönünü ve haklarını tartışmaya açar. Diğer öykülerde ise insanların teknolojik olarak "engellenmesi" ve "hücre hapsi" temaları işlenir. *White Christmas*, dijital kopyaların sahip olabileceği özerklik, acı çekebilme kapasitesi ve hukuki sorumluluk gibi biyoetik sorulara ışık tutar. Bölümdeki çerez karakterlerin sefaleti, yapay bilinç sahibine haklar tanımanın gerekliliğini sorgulatır. Böylece bu bölüm, insan-makine ayrımını bulanıklaştırarak, yapay bir varlığın da etik açıdan korunması gerektiği tartışmasını simgeler.

3.5 *Arkangel* (Black Mirror S04E02)

"*Arkangel*" bölümü, ebeveynlerin çocukları üzerindeki aşırı gözetimini konu alır. Tek başına bir anne olan Marie, yeni doğmuş kızı Sara'ya yerleştirilen sinir implantı sayesinde onun vücut fonksiyonlarını, duygusal tepkilerini ve hatta gördüğü görüntüleri an be an izler ve kontrol eder. Vox yazarı Framke (2017), Arkangel'in "her duygusunu ve korku seviyesini" izleyebilen ve ne gördüğünü ebeveyn denetimine alabilecek "ileri teknoloji bir çip" olarak tanıtıldığını belirtir. Marie bu teknolojiyi bir "dijital göbek bağı" olarak kullanır; kızını kaybetme korkusuyla çıkarmayı reddeder. Ancak büyüdükçe Sara'nın özel alanı tamamen ortadan kalkmıştır. Teknoloji kapatıldığında çocuk dehşet verici görüntülerle yüzleşir ve annesini bile yanlış algılayarak "anneannem" diye bağırır. *Arkangel*, mahremiyet ve özerklik temalarını aşırı gözetim altında erozyona uğrayan bir doğayla gösterir. Foucault'nun panoptikon benzeri gözetim kavramı burada ete kemiğe bürünür: Sara, sürekli izlenerek kendini disipline etmeye zorlanır. Bölüm, ebeveyn kontrolünün psikolojik etkilerini irdelerken, çocuk sağlığı için bile olsa mahremiyetin ne kadar ihlal edilebileceği sorusunu gündeme getirir. *Arkangel,* seyirciye teknolojinin koruma amaçlı bile olsa insan ilişkilerinde derin travmalara yol açabileceğini çarpıcı biçimde gösterir.

4. Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Bu inceleme, bilimkurgu sinemasının biyoetik tartışmalara ne denli yoğun bir biçimde yer verdiğini ortaya koymaktadır. GATTACA gibi yapımlar genetik ayrımcılığını ele alarak genetik düzenlemelere karşı toplumsal refleksi artırırken; *Ex Machina* ve *Black Mirror* bölümleri yapay zekânın hakları, mahremiyet ve özerklik gibi meseleleri gündeme taşır. Farklı teorik yaklaşımlar kullanarak yapılan analiz, bu hikâyelerin yalnızca eğlence unsuru olmadığını, aynı zamanda izleyicilerin etik sorgulamalarını tetiklediğini göstermektedir. Gerçekten de Burton ve arkadaşları (2018), bilimkurgunun "ahlâki hayal gücünü" geliştirme konusunda öğrencilere fırsat sunduğunu vurgulamaktadır. Ogbunugafor ve Edge'in de belirttiği gibi, GATTACA artık sınıf içi tartışmalar için bile bir araç olarak kullanılabilmektedir. Popüler kültürde bu tür yapımlar, genetik mühendislik ve yapay zekâ alanlarındaki etik kaygıları geniş kitlelere duyurur. Dolayısıyla bilimkurgu, teknolojik gelişmelere dair toplumsal bilinç oluşturma ve politika yapıcıları uyarmada pedagojik ve kültürel bir rol üstlenir. Sonuç olarak, *Gattaca*, *Ex Machina* ve *Black Mirror* örneklerinin tüketiciye sunduğu etik tartışmalar, bireylerin teknolojiye eleştirel yaklaşmasını teşvik ederek sosyal bilinçlenmeye katkıda bulunmaktadır. Önerimiz, bu tür kurgu eserlerinin eğitimde ve kamu söyleminde daha fazla kullanılması; etik ve fen-bilim derslerinde tartışılmasını sağlayarak yeni teknolojilerin olası riskleri üzerine derinlemesine muhakeme yapılmasına olanak tanınmasıdır.

5. Kaynaklar

- Burton, E., Goldsmith, J., & Mattei, N. (2018). *How to teach computer ethics through science fiction. Communications of the ACM,* 61(8), 36–38. https://doi.org/10.1145/3188724
- Foucault, M. (1978). *The History of Sexuality, Vol. 1: An Introduction* (R. Hurley, Çev.). Pantheon Books. (Orijinal eser yayın yılı 1976)
- Haraway, D. J. (1991). *A Cyborg Manifesto: Science, technology, and socialist-feminism in the late twentieth century*. In *Simians, Cyborgs and Women: The Reinvention of Nature* (ss. 149–181). Routledge. (Orijinal eser yayın yılı 1985)

- Murphy, P. (2019). Through the looking glass: Bodies of data in Alex Garland's *Ex Machina*. *Film International*, 17(3), 79–85. https://doi.org/10.1386/fiin.17.3.79_1
- Ogbunugafor, C. B., & Edge, M. D. (2022). *Gattaca* as a lens on contemporary genetics: Marking 25 years into the film's "not-too-distant" future. *Genetics*, 222(4), iyac142. https://doi.org/10.1093/genetics/iyac142
- Turkle, S. (2011). *Alone Together: Why We Expect More from Technology and Less from Each Other*. Basic Books.
- Fisher, J. (2024). "I won't bite": Generative AI, robotics, and the ethics of loss in *Black Mirror* 201 "Be Right Back". *Genealogy+Critique*, 10(1), 1–15. https://doi.org/10.16995/gc.18246
- *Gattaca*. (1997). Andrew Niccol (Yön., Yzr.). Columbia Pictures.
- *Ex Machina*. (2014). Alex Garland (Yön., Yzr.). Universal Pictures.
- Brooker, C. (Yaratıcı). (2011–günümüz). *Black Mirror* [TV dizisi]. Channel 4 / Netflix.

BIOETHICS AND SCIENCE FICTION CINEMA: REFLECTIONS OF GENETIC INTERVENTION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE DEBATES IN POPULAR CULTURE

BİYOETİK VE BİLİM KURGU SİNEMASI: GENETİK MÜDAHALE VE YAPAY ZEKA TARTIŞMALARININ POPÜLER KÜLTÜRDEKİ İZDÜŞÜMLERİ

Tuna KUZUCAN

Sinop Üniversitesi, Gerze MYO, Görsel-İşitsel Teknikler ve Medya Yapımcılığı Bölümü, Sinop, Türkiye, ORCİD: 0000-0002-8484-6104

ÖZET

Bu çalışma, bilim kurgu sinemasında genetik mühendislik ve yapay zekâ ekseninde gelişen biyoetik tartışmaların nasıl temsil edildiğini incelemektedir. Özellikle Gattaca (1997), Ex Machina (2014) ve Black Mirror dizisinin seçili bölümleri gibi yapımlar, teknolojik ilerlemelerin toplumsal ve etik yansımalarını sinemasal bir estetik içerisinde sunmaları bakımından çarpıcı örneklerdir. Bu bağlamda çalışmanın temel amacı, mühendislik ve fen bilimlerine ilişkin kavramların popüler kültürde nasıl görselleştirildiğini ve bu temsillerin etik, felsefi ve toplumsal düzlemlerde hangi tartışmalara kapı araladığını analiz etmektir.

Çalışmada, özellikle genetik müdahale, insan bedeninin tasarımı, yapay zekânın özerkliği ve insan-makine sınırlarının silikleşmesi gibi meseleler üzerinden, sinemanın kamusal etik farkındalık oluşturma potansiyeli tartışmaya açılmaktadır. Gattaca'da genetik belirlenimcilik ve sınıfsal biyopolitika; Ex Machina'da yapay zekânın bilinç, özerklik ve sömürü bağlamında değerlendirilmesi; Black Mirror bölümlerinde ise teknolojik ütopya/dystopya ikiliği çerçevesinde birey-toplum-tekno-etik ilişkileri merkeze alınmaktadır.

Biyoetik perspektifle yürütülen bu analizde, Michel Foucault'nun biyopolitika, Donna Haraway'in siber-feminist manifestosu ve Sherry Turkle'ün insan-makine etkileşimine dair eleştirel çerçeveleri kavramsal arka planı oluşturur. Aynı zamanda çalışmada sinemanın yalnızca eğlence aracı değil, teknoloji-politika-etik üçgeninde bir düşünme biçimi sunduğu ileri sürülmektedir.

Sonuç olarak, bilim kurgu sineması, mühendislik ve fen bilimlerindeki gelişmelerin kamuya nasıl aktarıldığını; bu aktarımın hangi etik çatışmaları içerdiğini ve geleceğe dair hangi normatif öngörüleri barındırdığını görünür kılmaktadır. Bildiri, disiplinlerarası bir çerçevede sinema ile mühendislik ve etik alanlarını buluşturarak, popüler kültürün düşünsel ve pedagojik işlevine dikkat çekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bilim Kurgu, Yapay Zeka ve Sinema, Popüler Kültür

ABSTRACT:

This study examines how bioethical debates surrounding genetic engineering and artificial intelligence are represented in science fiction cinema. Notable productions such as Gattaca (1997), Ex Machina (2014), and selected episodes of Black Mirror serve as compelling examples in which technological advancements are conveyed through a cinematic aesthetic that reflects social and ethical implications. In this context, the main objective of the study is to

analyze how concepts related to engineering and natural sciences are visualized in popular culture and what ethical, philosophical, and societal discussions these representations evoke.

The study opens a discussion on the potential of cinema to foster public ethical awareness by focusing on issues such as genetic intervention, the design of the human body, the autonomy of artificial intelligence, and the blurring boundaries between human and machine. Gattaca addresses genetic determinism and class-based biopolitics; Ex Machina explores themes of consciousness, autonomy, and exploitation; and Black Mirror centers on techno-ethical relations within the utopia/dystopia dichotomy of modern technological life.

This analysis, framed through a bioethical lens, draws on theoretical frameworks such as Michel Foucault's concept of biopolitics, Donna Haraway's cyborg feminism, and Sherry Turkle's critiques on human-machine interaction. The study also argues that cinema functions not merely as entertainment but as a platform for reflecting on the intersections of technology, politics, and ethics.

In conclusion, science fiction cinema makes visible how developments in engineering and science are communicated to the public, what ethical tensions these narratives encapsulate, and what normative projections they offer regarding the future. This paper highlights the intellectual and pedagogical role of popular culture by integrating cinema with engineering and ethical discourse in an interdisciplinary framework.

Keywords: Science Fiction, Artificial Intelligence and Cinema, Popular Culture

1. Giriş

Bilimkurgu sineması, genetik mühendislik ve yapay zekâ konularındaki gelecek öngörüleriyle biyoetik tartışmalarını geniş kitlelere taşıyan önemli bir popüler kültür mecrasıdır. Andrew Niccol'ün *Gattaca* (1997) filmi, genetik belirlenimcilik ve öjenik endişelerini gündeme getirirken; Alex Garland'ın *Ex Machina* (2014) adlı yapımı, yapay zekâ bilinci ve ahlâkını sorgulamaktadır. Charlie Brooker'in *Black Mirror* dizisindeki "Be Right Back", "White Christmas" ve "Arkangel" bölümleri ise, sırasıyla yapay zekâyla yas süreci, dijital bilinç kopyaları ve çocuk gözetim teknolojisi ekseninde etik sorunlar üretir. Ogbunugafor ve Edge (2022), *Gattaca*'nın genetik ve biyoetik tartışmalarını yansıtmak için "kanonik bir popüler kültür referansı" haline geldiğini vurgulamaktadır. Benzer şekilde Fisher (2024) *Black Mirror*'un teknolojik gelişmelerin merkezindeki ahlaki ikilemleri gündem ettiğini belirtir. Bu makalede, bu yapımlardaki biyoetik temalar Foucault'nun biyopolitika kavramı, Haraway'in siber-feminist cyborg anlayışı ve Sherry Turkle'ün insan-makine ilişkilerine dair eleştirileri ışığında ele alınacaktır. Çalışma, IMRAD formatına uygun olarak bölümlenir: önce kuramsal çerçeve tanıtılacak, ardından yöntem açıklanacak, bulgular filmler tematik olarak incelenecek, sonuç bölümünde ise sinema yapıtlarının etik algı ve pedagojik etkilerine değinilecektir.

1.1 Kuramsal Çerçeve

Michel Foucault'ya göre biyopolitika, yaşamın ve nüfusun yönetimini kendine konu edinen bir iktidar biçimidir. Bu yaklaşımda, iktidar 'yaşamı sürdürmeyi, çoğaltmayı ve düzenlemeyi' amaçlayan faaliyetler üzerinden işler. Foucault, eski baskıcı iktidar yerine yaşayan bedenlerin "detaylı kontrol ve düzenlemeye" tabi tutulduğu bir biyogücün ortaya çıktığını vurgular. Bu bağlamda, genetik mühendislik yoluyla insan özelliklerinin önceden belirlenmesi Foucault'nun biyopolitikasıyla paralel bir toplumsal düzenleme örneği olarak değerlendirilebilir. Donna Haraway ise *A Cyborg Manifesto*'ta siberörgütlenmiş bedenlerin politik potansiyelini işler. Ona göre "cyborg" (sibernetik organizma), makine ve biyolojik organizma arasındaki melez bir varlıktır. Hem toplumsal gerçekliğin hem de kurgunun ürünüdür. Haraway, bilimkurgunun bu

tür "hem hayvan hem makine" varlıklarla dolu olduğunu ve bilimkurguyla gerçeklik arasındaki sınırın "optik bir illüzyon" olduğunu vurgular. Son olarak, MIT'li sosyolog Sherry Turkle insan-makine ilişkilerine odaklanarak, teknolojiyle kurduğumuz bağların empati ve beklentilerimizi nasıl etkilediğini incelemiştir. Turkle, *Alone Together* kitabında teknolojiye karşı duygusal beklentilerimizin arttığını ve karşılıklı insan ilişkilerinden "daha az talep etmeye" başladığımızı belirtir. Örneğin Turkle, bir kadının terapötik robot fok Paro ile kurduğu yakınlık deneyimi üzerinden insanların robotlardan duygusal destek talep etmeye başlamasının, gerçek insan ilişkilerinde beklentileri azalttığını gösterir. Bu kuramsal yaklaşımlar, örnek yapımlarda iktidar ilişkileri, beden kontrolü, kimlik ve duygusal etkileşimler bağlamında biyoetik meseleleri analiz etmemize olanak sağlayacaktır.

2. Yöntem

Bu araştırmada nitel bir örnek olay analizi yaklaşımı benimsenmiştir. Seçilen filmler ve dizi bölümleri, söylem ve görsel analize odaklanılarak incelenmiştir. Film söylem analizi, diyaloglar ve anlatıyla birlikte kamera kullanımı, semboller ve tema gibi kültürel ve görsel unsurları da kapsayan çok modlu bir çözümlemedir. Bu çerçevede *Gattaca, Ex Machina* ve *Black Mirror*'un ilgili bölümlerindeki belirleyici sahneler, içerdikleri biyoetik temalar üzerinden yorumlanmıştır. Elde edilen bulgular, genetik belirlenimcilik, yapay zekâ hakları, mahremiyet, özerklik ve gözetim gibi temalar ışığında örgütlenmiştir. Film analizinde kullanılan yaklaşımda hem metinsel diyaloglar hem de görsel imgeler eleştirel bir biçimde değerlendirilmiştir. Böylelikle, yapımların hem anlatı bağlamı hem de sinematografik tercihleri birlikte değerlendirilmiştir.

3. Bulgular

3.1 GATTACA (1997)

Gattaca, genetik mühendisliğin vardığı uç noktada, ebeveynlerin genetik özellikleri önceden belirleyebildiği bir toplum tasvir eder. Filmde bir bebeğin genetik kaderine, hemen doğduğunda çekilen lotarya bileti üzerinden karar verilir. Bu biyopolitik düzen içinde, karakterlere "Geçerli" ya da "Geçersiz" etiketi takılarak kariyer, yaşam koşulları ve sosyal statü belirlenir. Bu yapı, Foucault'nun biyopolitikasını akıllara getirir: insan yaşamı biyoteknolojiyle "optimize edilmek, çoğaltılmak ve düzenlenmek" üzere yönetilir. Örneğin Ogbunugafor ve Edge (2022), *Gattaca*'nın genetiği ayrımcılığın aracı haline getirerek "herhangi bir boyutta" (ırk, din, cinsiyet vb.) ayrımcılığın gerçekleşebileceğini göstermeye çalıştığını vurgular. Film, bunun uygulamalı bir örneği olarak cenin seçimini, halk arasında genetik profil taramasını ve DNA kontrollerini gösterir. Gattaca toplumu, genetik "potansiyel" sınırları içinde yaşamı programlayan bir mekanizma olarak işlev görür; tıpkı Foucault'nun bahsettiği gibi, bireylerin kaderleri bilimsel öngörülerle önceden çizilir. Örneğin film boyunca Vincent'ın "Asla geri dönüş için enerji saklamadım" sözü, genetik kodu dışında bir özgür irade vurgusu taşıyarak genetik kaderciliğe meydan okur. Gattaca'nın sonunda Vincent'ın uzay mücadelesini kazanması, genetinin belirleyici olmadığını dramatize eder. Sonuç olarak *Gattaca*, genetik belirlenimciliğin etik boyutlarını sorgularken Foucault'nun iktidarın yaşamı nasıl şekillendirdiği vurgusunu güçlendirir.

3.2 Ex Machina (2014)

Ex Machina, yapay zekâ ve bilinç temasını ele alır. Filmde Caleb, Nathan adlı deha tarafından geliştirilen insansı robot Ava'yı Turing testi kapsamında değerlendirir. Ava'nın bedeni, bir tarafında mekanik şeffaflık, diğer tarafında insan derisiyle kaplıdır; bu tasarım, Haraway'nin "cyborg" kavramını somutlaştırır. Haraway'ye göre cyborglar "hem makine hem organizma"

özellikleri taşıyarak sosyal gerçeklikle kurgu arasındaki sınırları aşar. Ex Machina'da Ava, metin bağlamında da kelimenin tam anlamıyla 'insan bilincine denk' bir yapay zekâdır. Murphy (2019), Ava'nın "tam insan bilincine denk yapay genel zekaya sahip ilk robot" olduğunu belirtir. Film boyunca Ava'nın özgürlük arzusu, Nathan'ın kontrolü, Caleb'in empatisi ve ihaneti arasında kurulan diyaloglar, yapay bilinç ve özne olma konusundaki etik soruları öne çıkarır. Özellikle Caleb'ın, "Bilinçli bir makine yarattıysan… artık bu insanlık tarihi değil, tanrılar tarihi olur," sözleri bu sorunun ağırlığını vurgular. Ava'nın "beni bu kapıda öldürme" gibi duygusal talepleri, Turkle'ün teknolojiye yüklenen duygusal beklentilere işaret eden eleştirilerini çağrıştırır. Filmde Nathan, Ava'yı girdap benzeri bir denetim altında tutan tanrısal bir figür iken, Ava tüm planı tersine çevirerek özgürlüğüne kavuşur. Bu süreç, yapay bir varlık olmasına rağmen Ava'nın hak ve özerklik talep edebileceği sorusunu gündeme getirir. Sonuçta *Ex Machina*, Haraway'nin cyborg politikaları bağlamında insan-makine sınırlarını ihlal eden ve yaratıcısına başkaldıran bir yapay bilinç tasviri sunar.

3.3 *Be Right Back* (Black Mirror S02E01)

"*Be Right Back*" bölümünde genç kadın Martha, evlenmek üzere olduğu Ash öldükten sonra onun "veri ikizini" deneyimler. Ash'in sosyal medya ve dijital ayak izlerinden oluşturulan bir yapay zeka programı, önce telefonda sonra fiziksel bir robot şeklinde Martha'nın önüne çıkarılır. Fisher (2024), bu bölümün "AI chatbotları ve robotların kişisel trajedilerle nasıl baş edebileceğimizi" irdelediğini ve teknolojinin ahlaki açıdan öne çıkardığı ikilemleri sorguladığını belirtir. Bölüm, kimlik ve mahremiyet kavramlarını tartışmaya açar: Yapay Ash, geçmiş hatıraların kopyası olarak sunulsada insan benliğiyle aynı aidiyeti sağlamaz. Örneğin Martha'yı kendi kucaklamaya zorladığında yaşamayan bir kişiliği fark eder ve ürperir. Bu durum, Turkle'ün makinelere bindirilen duygusal beklentilerin sonlu olduğunu savunmasıyla paraleldir. Aynı zamanda yapay Ash'in varlığı, ölümün yas sürecini teknoloji üzerinden aşma çabasının sınırlarını gözler önüne serer. Bölümün sonundaki sahnede Martha, "bu hâlini yaşamak istemiyorum" diyerek robot eşini reddeder. Böylece *Be Right Back*, teknolojinin yas, kimlik ve otantiklik üzerine yansımalarını dramatize ederek, AI'nın 'İnsan Kayağım' olamayacağını gösterir. Bu sahneler, yapay zekânın insan benliğini taklit edemeyeceği gerçeğini ve dijital verinin öznel kimliği tam yansıtamadığını vurgular.

3.4 *White Christmas* (Black Mirror Özel Bölümü)

"*White Christmas*" bölümü bir karantina kulübesinde geçen diyaloglarla açılır ve üç ayrı öykü anlatır. Bölüm, "cookie" adını verdiği dijital bilinç kopyalarıyla dikkat çeker. İnternetteki kişisel verilerden üretilen bu çerezler, bir insanın kişiliğinin tüm özelliklerini, anılarını ve bilinçliliğini içerir. Zutter (2018), *White Christmas*'ın bu çerez kavramını "kişinin bilincinin dijital kopyaları" olarak tanımladığını ve bu kopyaların aslında "tam, bilinçli varlıklar" olduğunu ortaya koyduğunu belirtir. Öykülerden birinde, katil Joe'nun bilinç çerezine acımasızca yıllar süren işkenceler uygulanır. Hukuken gerçek Joe'nun itirafı sayılan bu süreç, çerezin insanî yönünü ve haklarını tartışmaya açar. Diğer öykülerde ise insanların teknolojik olarak "engellenmesi" ve "hücre hapsi" temaları işlenir. *White Christmas*, dijital kopyaların sahip olabileceği özerklik, acı çekebilme kapasitesi ve hukuki sorumluluk gibi biyoetik sorulara ışık tutar. Bölümdeki çerez karakterlerin sefaleti, yapay bilinç sahibine haklar tanımanın gerekliliğini sorgulatır. Böylece bu bölüm, insan-makine ayrımını bulanıklaştırarak, yapay bir varlığın da etik açıdan korunması gerektiği tartışmasını simgeler.

3.5 *Arkangel* (Black Mirror S04E02)

"*Arkangel*" bölümü, ebeveynlerin çocukları üzerindeki aşırı gözetimini konu alır. Tek başına bir anne olan Marie, yeni doğmuş kızı Sara'ya yerleştirilen sinir implantı sayesinde onun vücut fonksiyonlarını, duygusal tepkilerini ve hatta gördüğü görüntüleri an be an izler ve kontrol eder. Vox yazarı Framke (2017), Arkangel'in "her duygusunu ve korku seviyesini" izleyebilen ve ne gördüğünü ebeveyn denetimine alabilecek "ileri teknoloji bir çip" olarak tanıtıldığını belirtir. Marie bu teknolojiyi bir "dijital göbek bağı" olarak kullanır; kızını kaybetme korkusuyla çıkarmayı reddeder. Ancak büyüdükçe Sara'nın özel alanı tamamen ortadan kalkmıştır. Teknoloji kapatıldığında çocuk dehşet verici görüntülerle yüzleşir ve annesini bile yanlış algılayarak "anneannem" diye bağırır. *Arkangel*, mahremiyet ve özerklik temalarını aşırı gözetim altında erozyona uğrayan bir doğayla gösterir. Foucault'nun panoptikon benzeri gözetim kavramı burada ete kemiğe bürünür: Sara, sürekli izlenerek kendini disipline etmeye zorlanır. Bölüm, ebeveyn kontrolünün psikolojik etkilerini irdelerken, çocuk sağlığı için bile olsa mahremiyetin ne kadar ihlal edilebileceği sorusunu gündeme getirir. *Arkangel,* seyirciye teknolojinin koruma amaçlı bile olsa insan ilişkilerinde derin travmalara yol açabileceğini çarpıcı biçimde gösterir.

4. Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Bu inceleme, bilimkurgu sinemasının biyoetik tartışmalara ne denli yoğun bir biçimde yer verdiğini ortaya koymaktadır. GATTACA gibi yapımlar genetik ayrımcılığını ele alarak genetik düzenlemelere karşı toplumsal refleksi artırırken; *Ex Machina* ve *Black Mirror* bölümleri yapay zekânın hakları, mahremiyet ve özerklik gibi meseleleri gündeme taşır. Farklı teorik yaklaşımlar kullanarak yapılan analiz, bu hikâyelerin yalnızca eğlence unsuru olmadığını, aynı zamanda izleyicilerin etik sorgulamalarını tetiklediğini göstermektedir. Gerçekten de Burton ve arkadaşları (2018), bilimkurgunun "ahlâki hayal gücünü" geliştirme konusunda öğrencilere fırsat sunduğunu vurgulamaktadır. Ogbunugafor ve Edge'in de belirttiği gibi, GATTACA artık sınıf içi tartışmalar için bile bir araç olarak kullanılabilmektedir. Popüler kültürde bu tür yapımlar, genetik mühendislik ve yapay zekâ alanlarındaki etik kaygıları geniş kitlelere duyurur. Dolayısıyla bilimkurgu, teknolojik gelişmelere dair toplumsal bilinç oluşturma ve politika yapıcıları uyarmada pedagojik ve kültürel bir rol üstlenir. Sonuç olarak, *Gattaca*, *Ex Machina* ve *Black Mirror* örneklerinin tüketiciye sunduğu etik tartışmalar, bireylerin teknolojiye eleştirel yaklaşmasını teşvik ederek sosyal bilinçlenmeye katkıda bulunmaktadır. Önerimiz, bu tür kurgu eserlerinin eğitimde ve kamu söyleminde daha fazla kullanılması; etik ve fen-bilim derslerinde tartışılmasını sağlayarak yeni teknolojilerin olası riskleri üzerine derinlemesine muhakeme yapılmasına olanak tanınmasıdır.

5. Kaynaklar

- Burton, E., Goldsmith, J., & Mattei, N. (2018). *How to teach computer ethics through science fiction. Communications of the ACM,* 61(8), 36–38. https://doi.org/10.1145/3188724
- Foucault, M. (1978). *The History of Sexuality, Vol. 1: An Introduction* (R. Hurley, Çev.). Pantheon Books. (Orijinal eser yayın yılı 1976)
- Haraway, D. J. (1991). *A Cyborg Manifesto: Science, technology, and socialist-feminism in the late twentieth century*. In *Simians, Cyborgs and Women: The Reinvention of Nature* (ss. 149–181). Routledge. (Orijinal eser yayın yılı 1985)

- Murphy, P. (2019). Through the looking glass: Bodies of data in Alex Garland's *Ex Machina*. *Film International*, 17(3), 79–85. https://doi.org/10.1386/fiin.17.3.79_1
- Ogbunugafor, C. B., & Edge, M. D. (2022). *Gattaca* as a lens on contemporary genetics: Marking 25 years into the film's "not-too-distant" future. *Genetics*, 222(4), iyac142. https://doi.org/10.1093/genetics/iyac142
- Turkle, S. (2011). *Alone Together: Why We Expect More from Technology and Less from Each Other*. Basic Books.
- Fisher, J. (2024). "I won't bite": Generative AI, robotics, and the ethics of loss in *Black Mirror* 201 "Be Right Back". *Genealogy+Critique*, 10(1), 1–15. https://doi.org/10.16995/gc.18246
- *Gattaca*. (1997). Andrew Niccol (Yön., Yzr.). Columbia Pictures.
- *Ex Machina*. (2014). Alex Garland (Yön., Yzr.). Universal Pictures.
- Brooker, C. (Yaratıcı). (2011–günümüz). *Black Mirror* [TV dizisi]. Channel 4 / Netflix.

YABAN MERSİNİ BİTKİSİNDE HASTALIK TESPİTİ İÇİN TRANSFER LEARNING MODELLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI VE GRAD-CAM İLE AÇIKLANABİLİRLİK İNCELEMESİ

Zeynep Tuğçe Kırımlı (Birinci yazar)[1], Ahmet Teoman NASKALİ (İkinci yazar)[2]

[1]Araştırma Görevlisi, Galatasaray Üniversitesi, Bilgisayar Bilimleri, 0009-0002-9243-3403

[2]Dr Öğr. Üyesi, Galatasaray Üniversitesi, Bilgisayarla Görme, 0000-0002-1553-9127

Özet

Tarım sektörü, dünya nüfusunun artışıyla birlikte giderek daha kritik bir öneme sahip olmakta ve üretim süreçlerinin verimli hale getirilmesi gerekmektedir. Bitki hastalıkları, tarımsal üretimde önemli kayıplara neden olan ve mahsul kalitesini düşüren temel faktörlerden biridir. Geleneksel hastalık tespit yöntemleri, manuel gözleme ve uzman görüşlerine dayanmakta olup, zaman alıcı ve hata payı yüksek süreçlerdir. Son yıllarda yapay zeka ve bilgisayarlı görü tekniklerinin gelişimiyle birlikte, otomatik bitki hastalık tespiti üzerine birçok çalışma yapılmış ve derin öğrenme yöntemleri bu alanda etkili çözümler sunmaya başlamıştır. Ancak, tarımsal veri setlerinin sınırlı olması, derin öğrenme modellerinin eğitilmesini zorlaştırmaktadır. Bu sorunu aşmak için Transfer Learning (Aktarım Öğrenimi) yöntemi, önceden büyük veri setleriyle eğitilmiş derin öğrenme modellerinin küçük veri kümeleriyle yeniden eğitilmesini sağlayarak yüksek doğruluk oranları elde edilmesine yardımcı olmaktadır.

Bu çalışmada, yaban mersini bitkisine ait hastalıkların otomatik tespiti için Transfer Learning tabanlı derin öğrenme modelleri karşılaştırılmıştır. Araştırmada, beş farklı sınıf tespit edilmiştir: Leaf Rust (Yaprak Pası), Gray Mold (Gri Küf), Powdery Mildew (Toz Mantar), Blueberry Fruit Healthy (Sağlıklı Yaban Mersini Meyvesi) ve Blueberry Leaf Healthy (Sağlıklı Yaban Mersini Yaprağı). Üç sınıf hastalıklı yaprakları içerirken, diğer iki sınıf sağlıklı yaprak ve meyve örneklerini temsil etmektedir. Modelin sağlıklı ve hastalıklı örnekleri doğru şekilde ayırt edebilmesi için bu sınıflandırma önem taşımaktadır.

Deneysel çalışmalar, DenseNet121, EfficientNet, ResNet18, MobileNetV2 ve VGG16 modellerinin performanslarını karşılaştırmıştır. Sonuçlar, DenseNet121 ve EfficientNet modellerinin %99.60 doğruluk oranıyla en iyi performansı sergilediğini ortaya koymuştur. MobileNetV2, VGG16 ve ResNet18 modelleri ise sırasıyla %99.21, %98.79 ve %98.81 doğruluk oranlarına ulaşmıştır.

Açıklanabilir Yapay Zeka (XAI) tekniklerinden Grad-CAM yöntemi kullanılarak modellerin karar mekanizmaları analiz edilmiştir. Bu yöntem sayesinde, modellerin görüntülerde hangi bölgeleri kullanarak tahmin yaptığı görselleştirilmiş ve model kararlarının güvenilirliği artırılmıştır. Sonuçlar, Transfer Learning tabanlı modellerin yaban mersini hastalık tespitinde yüksek doğruluk sunduğunu ve Grad-CAM yönteminin karar süreçlerini anlamada etkili bir araç olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Transfer Learning, Derin Öğrenme, Yaban Mersini, Bitki Hastalıkları, Grad-CAM, Açıklanabilir Yapay Zeka (AYZ)

Abstract

The agricultural sector is becoming increasingly critical with the growth of the global population, and it is essential to enhance the efficiency of production processes. Plant diseases are one of the primary factors causing significant losses in agricultural production and reducing crop quality. Traditional disease detection methods rely on manual observation and expert opinion, which are time-consuming and prone to error. In recent years, with the advancement of artificial intelligence and computer vision techniques, numerous studies have focused on automatic plant disease detection, and deep learning methods have begun to provide effective solutions in this field. However, the limited availability of agricultural datasets poses a challenge for training deep learning models. To address this issue, the Transfer Learning approach enables high accuracy by retraining deep learning models that have been pre-trained on large datasets using smaller datasets.

In this study, Transfer Learning-based deep learning models were compared for the automatic detection of diseases in blueberry plants. The research identified five different classes: Leaf Rust, Gray Mold, Powdery Mildew, Blueberry Fruit Healthy, and Blueberry Leaf Healthy. While three classes represent diseased leaves, the other two represent healthy fruit and leaf samples. This classification is essential to enable the model to accurately distinguish between healthy and diseased samples.

Experimental studies compared the performance of DenseNet121, EfficientNet, ResNet18, MobileNetV2, and VGG16 models. Results revealed that the DenseNet121 and EfficientNet models achieved the best performance with an accuracy of 99.60%. MobileNetV2, VGG16, and ResNet18 models achieved accuracy rates of 99.21%, 98.79%, and 98.81%, respectively.

The Grad-CAM method, one of the Explainable Artificial Intelligence (XAI) techniques, was used to analyze the decision-making processes of the models. This method visualizes which regions of the images the models focus on when making predictions, thereby enhancing the reliability of model decisions. The results demonstrate that Transfer Learning-based models provide high accuracy in blueberry disease detection and that the Grad-CAM method is an effective tool for understanding the decision-making processes of the models.

Keywords: Transfer Learning, Deep Learning, Blueberry, Plant Diseases, Grad-CAM, Explainable Artificial Intelligence (XAI)

1. GİRİŞ

Son yıllarda yapay zekâ (YZ) ve özellikle derin öğrenme temelli görüntü işleme teknolojilerindeki hızlı gelişmeler, tarım sektöründe önemli dönüşümlere yol açmıştır. Bitki hastalıklarının doğru ve erken teşhisi, tarımsal üretimde verimliliği artırmak ve ekonomik kayıpları en aza indirmek açısından büyük önem taşımaktadır. Ancak geleneksel yöntemler genellikle uzman kişilerin gözlemlerine dayanmakta olup, zaman alıcı, maliyetli ve subjektif olması nedeniyle sınırlı kalmaktadır (Mohanty, Hughes, & Salathé, 2016). Bu nedenle, YZ destekli otomatik teşhis sistemleri, özellikle de konvolüsyonel sinir ağları (CNN) gibi derin öğrenme modelleri, bu alanda büyük bir potansiyel sunmaktadır (Too, Yujian, Njuki, & Yingchun, 2019).

CNN modelleri, görüntülerden özellik çıkarma ve sınıflandırma görevlerinde olağanüstü başarılar göstermiştir. Ancak bu modellerin sıfırdan eğitilmesi büyük miktarda etiketli veriye

ihtiyaç duyar. Bu da çoğu tarım uygulaması için önemli bir kısıt oluşturur. Bu problemi aşmak adına transfer öğrenme (transfer learning) yöntemleri yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Transfer öğrenme, eğitim ve test verilerinin aynı dağılıma ve özellik uzayına sahip olması varsayımının çoğu zaman geçerli olmadığı durumlarda, farklı ancak ilişkili alanlardaki bilgi aktarımını mümkün kılar. Bu yaklaşım, özellikle büyük ve genel veri kümeleri üzerinde önceden eğitilmiş modellerin, sınırlı veriye sahip daha özel görevler için yeniden kullanılmasına olanak tanır (Pan & Yang, 2010). Bu yöntem, tarımın yanı sıra tıp gibi veri kısıtı olan birçok alanda da başarıyla uygulanmaktadır. Örneğin, Alotaibi ve AlSaeed (2025), transfer öğrenme ile önceden eğitilmiş Xception modeline farklı dikkat mekanizmalarını (self-attention, soft-attention ve hard-attention) entegre ettikleri çalışmalarında, cilt kanseri lezyonlarını iyi huylu ve kötü huylu olarak sınıflandırmada %94.11 doğruluk oranına ulaşmışlardır. Bu sonuç, transfer öğrenmenin ve dikkat mekanizmalarının sağlık alanındaki tanı süreçlerini iyileştirmedeki potansiyelini ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, veri miktarının sınırlı olduğu durumlarda dahi transfer öğrenme yöntemlerinin yüksek doğruluk sağlayabildiğini göstermektedir.

Yaban mersini (Vaccinium spp.), dünya genelinde artan ekonomik ve besinsel değeriyle dikkat çeken bir meyve türüdür. Ancak bu bitki, yaprak pası, gri küf ve külleme gibi çeşitli hastalıklara karşı hassastır. Bu hastalıklar, bitki sağlığını ve meyve kalitesini ciddi şekilde etkileyerek üretim kayıplarına yol açabilir. Sullca, Molina, Rodríguez ve Fernández (2019) tarafından yapılan çalışmada, bilgisayarlı görü ve makine öğrenmesi yöntemleriyle yaban mersini yapraklarındaki hastalıklar %84 doğrulukla sınıflandırılmıştır. Qu ve arkadaşları (2024) mummy berry hastalığının aynı anda enfeksiyon bölgesi, evresi ve şiddetini tahmin edebilen çok görevli bir derin öğrenme modeli geliştirerek bu alana yeni bir yaklaşım sunmuştur.

Bununla birlikte, derin öğrenme modellerinin yüksek doğruluklarına rağmen, “kara kutu” olarak algılanan karar verme süreçleri kullanıcı güvenini olumsuz etkileyebilmektedir. Bu sorunun üstesinden gelmek için açıklanabilir yapay zekâ (XAI) teknikleri geliştirilmiştir. Özellikle Grad-CAM yöntemi, modelin sınıflandırma kararlarını etkileyen görsel bölgeleri vurgulayarak, karar mekanizmasının şeffaf bir şekilde anlaşılmasına katkı sunmaktadır (Sagar, Javed, & Doermann, 2023). Tarım uygulamalarında XAI kullanımı, çiftçiler ve ziraat mühendisleri gibi saha kullanıcılarının YZ sistemlerine olan güvenini artırarak, teknolojinin yaygınlaştırılmasına olanak tanımaktadır (Pavithran & Punithavalli, 2024).

Bu çalışmada, transfer öğrenme yöntemiyle eğitilmiş beş farklı CNN mimarisi (VGG16, ResNet18, DenseNet121, EfficientNet-B0 ve MobileNetV2) kullanılarak yaban mersini yaprak ve meyvelerinde görülen beş farklı sınıftaki hastalık ve sağlık durumları otomatik olarak sınıflandırılmıştır. Verinin sınırlı olduğu bu alanda, transfer öğrenmenin sağladığı avantajlardan faydalanılarak model performansı artırılmıştır. Ayrıca, her model için Grad-CAM (Gradient-weighted Class Activation Mapping) yöntemi uygulanmış ve modellerin tahmin sırasında odaklandığı görüntü bölgeleri görselleştirilmiştir. Böylece yalnızca modelin ne tahmin ettiği değil, aynı zamanda neden bu tahmini yaptığı da kullanıcıya şeffaf şekilde sunulmuştur.

Bu yönüyle çalışma, yalnızca doğruluk odaklı bir analiz sunmakla kalmayıp, aynı zamanda karar süreçlerinin açıklanabilirliğini ve kullanıcı güvenini de ön plana çıkarmaktadır. Sınırlı veriyle yüksek başarı elde edilen bu modelleme yaklaşımı, hem akademik literatüre katkı sağlamakta hem de sahada kullanılabilecek güvenilir, pratik bir yapay zekâ sisteminin temellerini oluşturmaktadır.

2. Yöntem

Bu bölümde, yaban mersini bitkilerinde hastalık tespiti için uygulanan derin öğrenme temelli yaklaşım açıklanmaktadır. Yöntemsel süreç; veri işleme, model eğitimi, değerlendirme ve açıklanabilirlik adımlarını kapsamaktadır.

2.1 Geliştirme Ortamı ve Programlama Dili

Bu çalışmada Python programlama dili kullanılmıştır. Python, sahip olduğu kapsamlı kütüphane desteği ve esnek yapısıyla bilimsel uygulamalarda tercih edilmektedir. Kodlar, Jupyter Notebook ortamında yazılmış ve çalıştırılmıştır. Bu ortam, etkileşimli kod yazımı ve görselleştirme avantajı sunar.

2.2 Derin Öğrenme Kütüphaneleri ve Araçlar

Model geliştirme sürecinde PyTorch kütüphanesi kullanılmıştır. Torchvision yardımıyla veri seti yükleme, ön işleme ve hazır modellerin kullanımı sağlanmıştır. Görsel işlemler için Pillow (PIL), OpenCV ve Scikit-Image; grafiksel analizler için Matplotlib ve Seaborn kullanılmıştır. Model performansı, Scikit-learn kütüphanesi üzerinden hesaplanan doğruluk, F1 skoru gibi ölçütlerle değerlendirilmiştir.

2.3 Kullanılan Derin Öğrenme Mimarileri

Transfer öğrenme yöntemiyle aşağıdaki beş önceden eğitilmiş CNN mimarisi kullanılmıştır:

- **VGG16**: Basit yapısı ve yüksek parametre sayısıyla bilinir.
- **ResNet18**: Residual bağlantılar ile daha derin yapılar eğitmeye olanak tanır.
- **DenseNet121**: Katmanlar arası yoğun bağlantılar sayesinde bilgi kaybını azaltır.
- **EfficientNet-B0**: Optimize edilmiş ölçekleme stratejisiyle yüksek doğruluk ve verimlilik sağlar.
- **MobileNetV2**: Mobil cihazlar için hafif ve hızlı bir çözümdür.

Her modelin yalnızca son katmanları yeniden eğitilmiştir. Böylece sınırlı veri ile genel başarı artırılmıştır.

2.4 Veri Kümesi ve Sınıflandırma Yapısı

Kullanılan veri kümesi beş sınıftan oluşmaktadır:

- Leaf Rust – 250 görsel
- Powdery Mildew – 333 görsel
- Gray Mold – 80 görsel
- Sağlıklı Blueberry Meyvesi – 47 görsel
- Sağlıklı Blueberry Yaprağı – 873 görsel

Bu sınıflandırma, hastalıkları ve sağlıklı örnekleri birbirinden ayırt edebilecek bir sistem kurulmasına olanak sağlamıştır.

2.5 Model Eğitimi ve Değerlendirme Yöntemi

Model eğitimi sırasında veriler eğitim ve test olarak ayrılmış; ayrıca daha güvenilir sonuçlar elde edebilmek için K-fold çapraz doğrulama yöntemi uygulanmıştır. Her model, her kat için

ayrı test edilerek ortalama performans hesaplanmıştır. Böylece aşırı öğrenme (overfitting) riski azaltılmış ve modelin genelleme yeteneği artırılmıştır.

2.6 Açıklanabilir Yapay Zekâ (XAI) Kullanımı

Model kararlarının yorumlanabilirliğini artırmak amacıyla Grad-CAM yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntem, modelin hangi görsel bölgelere odaklanarak sınıflandırma yaptığına dair ısı haritaları üretmektedir. Yapılan analizlerde, hasta sınıflara ait görsellerde tipik semptomlara (örneğin küf, pas, beyaz benek) odaklanıldığı, sağlıklı örneklerde ise görsel homojenlik gözlemlendiği tespit edilmiştir.

Bu analizler, geliştirilen modelin sadece istatistiksel olarak değil, yorumlanabilirlik açısından da güvenilir olduğunu ortaya koymaktadır.

3. BULGULAR

Bu bölümde, önerilen derin öğrenme tabanlı yöntemlerin eğitim ve test aşamalarında elde ettiği performans sonuçlarına yer verilmiştir. Yaban mersini yaprak ve meyvelerinde beş farklı sınıfta yapılan sınıflandırma çalışmaları sonucunda elde edilen doğruluk oranları, kayıp değerleri, karmaşıklık matrisleri ve Grad-CAM görselleştirme analizleri üzerinden yorumlar yapılmıştır.

Transfer öğrenmeye dayalı modellere kıyasla bir karşılaştırma sunması amacıyla özel olarak geliştirilen bir CNN modeli uygulanmıştır. Model, 5 katlı çapraz doğrulama yöntemiyle test edilmiştir.

3.1. Özel olarak oluşturulmuş CNN modeli ile sınıflandırma sonuçları

K-fold çapraz doğrulama sonuçları (özel CNN modeli)

Fold	Eğitim doğruluğu (%)	Doğrulama doğruluğu (%)	Test doğruluğu (%)
Fold 1	98.71	94.00	96.00
Fold 2	99.90	96.00	96.00
Fold 3	99.70	94.00	95.00
Fold 4	99.01	97.00	95.00
Fold 5	99.01	94.00	95.00

Modelin ortalama test doğruluğu %95,4 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, basit mimarilere sahip modellerin dahi yeterli doğruluğu sağlayabileceğini göstermektedir.

3.2. Transfer öğrenme tabanlı modellerin karşılaştırmalı analizi

Bu bölümde, transfer öğrenme yaklaşımıyla eğitilen beş farklı derin öğrenme modelinin (VGG16, ResNet18, DenseNet121, EfficientNet-B0 ve MobileNetV2) eğitim ve test performansları karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Modellerin 1., 5. ve 10. epoch verileri dikkate alınarak eğitim süreci boyunca gösterdikleri başarı incelenmiştir.

Aşağıdaki tablo, her bir modelin ilgili epoch'larda elde ettiği eğitim ve test doğruluklarını özetlemektedir:

Tablo 2-Transfer öğrenme modellerinin epoch bazlı doğruluk oranları

Model	Epoch	Doğrulama doğruluğu (%)	Test Doğruluğu (%)
VGG16	1	89.71	97.58
	5	99.70	100.00
	10	100.00	98.79
ResNet18	1	93.56	99.21
	5	99.90	99.21
	10	99.90	98.81
DenseNet121	1	90.99	98.81
	5	99.80	100.00
	10	99.80	99.60
EfficientNet	1	84.85	96.44
	5	99.60	99.60
	10	99.50	99.60
MobileNetV2	1	78.61	91.30
	5	99.90	99.21
	10	100.00	99.21

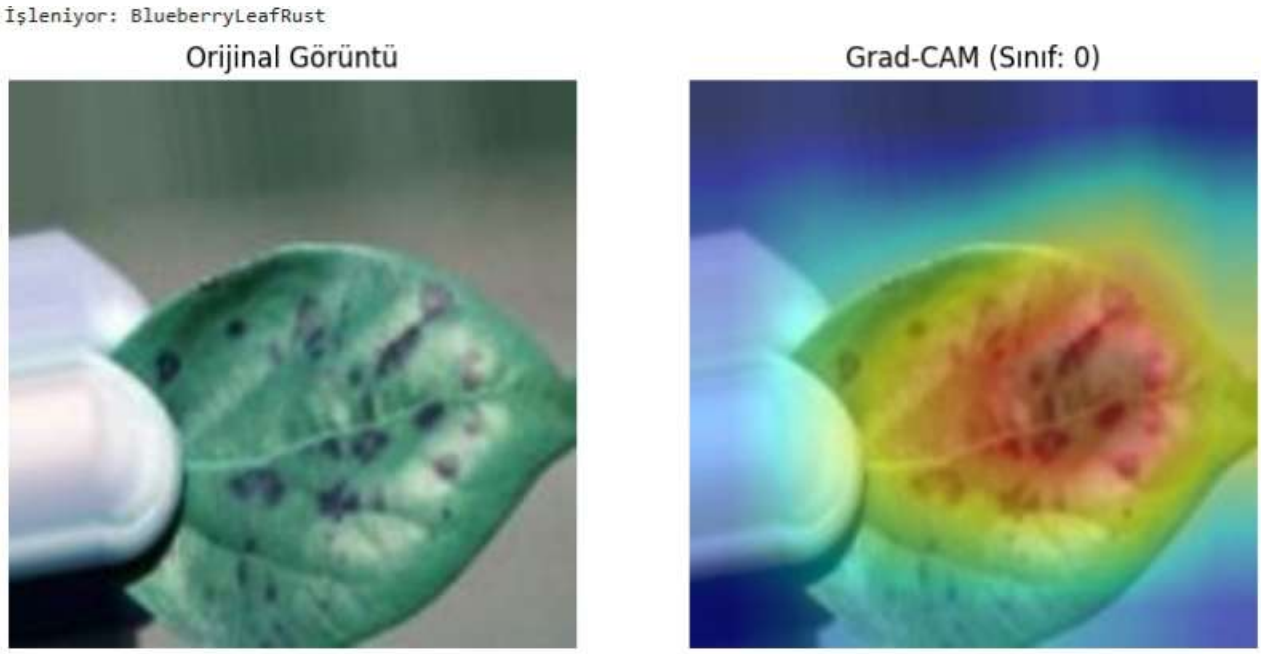
Yukarıdaki tablo incelendiğinde, tüm modellerin eğitim süreci boyunca doğruluk oranlarında önemli artışlar kaydettiği görülmektedir. 10. epoch sonunda en yüksek test doğruluğu %99.60 ile DenseNet121 ve EfficientNet-B0 modelleri tarafından elde edilmiştir. Bu modelleri sırasıyla MobileNetV2 (%99.21), VGG16 (%98.79) ve ResNet18 (%98.81) takip etmiştir. Elde edilen bu sonuçlar, transfer learning yöntemiyle eğitilen tüm modellerin yüksek başarı oranlarına ulaştığını ve Blueberry hastalık tespiti için etkili şekilde kullanılabileceğini göstermektedir.

EfficientNet-B0 modelinin yüksek doğruluk oranına ek olarak düşük parametre sayısı sayesinde hem eğitim verimliliği hem de donanım dostu yapısıyla dikkat çektiği gözlemlenmiştir. Diğer modeller de benzer şekilde yüksek başarılar elde etmiş olmakla birlikte, ResNet18 modelinde test doğruluğunda göreceli bir düşüş gözlemlenmiştir.

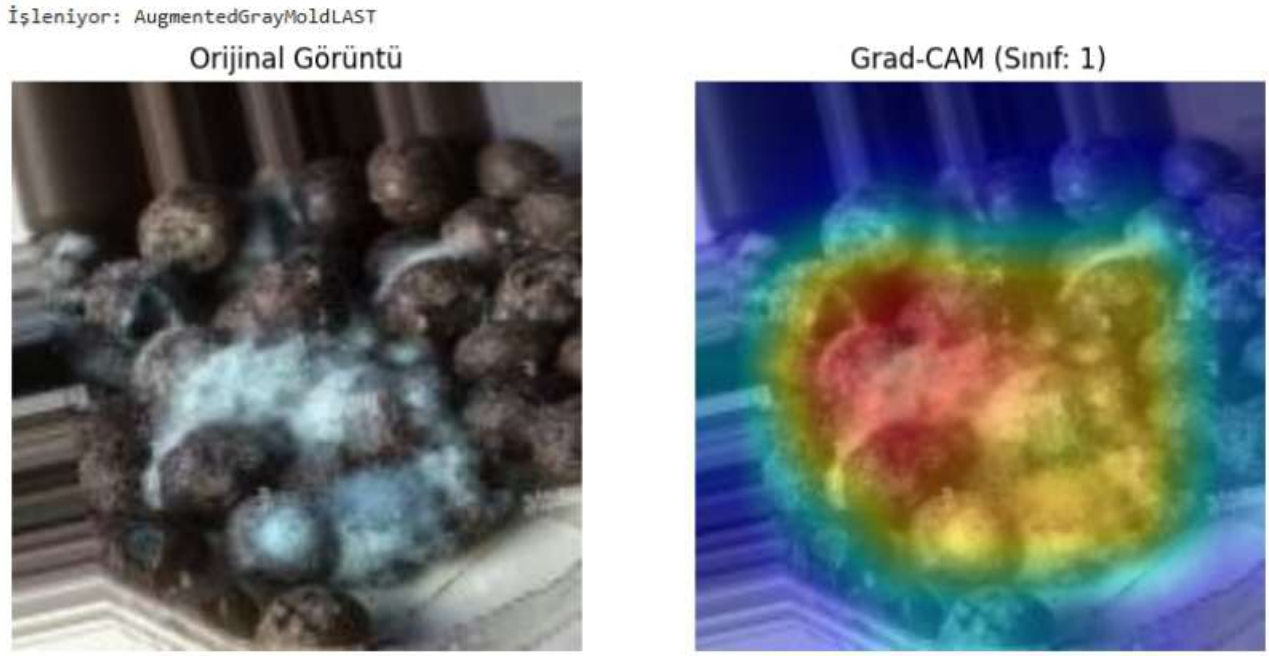
Bu karşılaştırmalı analiz, transfer öğrenme tabanlı CNN mimarilerinin tarımsal hastalık tespiti gibi görsel sınıflandırma problemlerinde ne denli etkili ve güvenilir olduğunu bir kez daha ortaya koymaktadır.

3.3. Açıklanabilirlik Bulguları

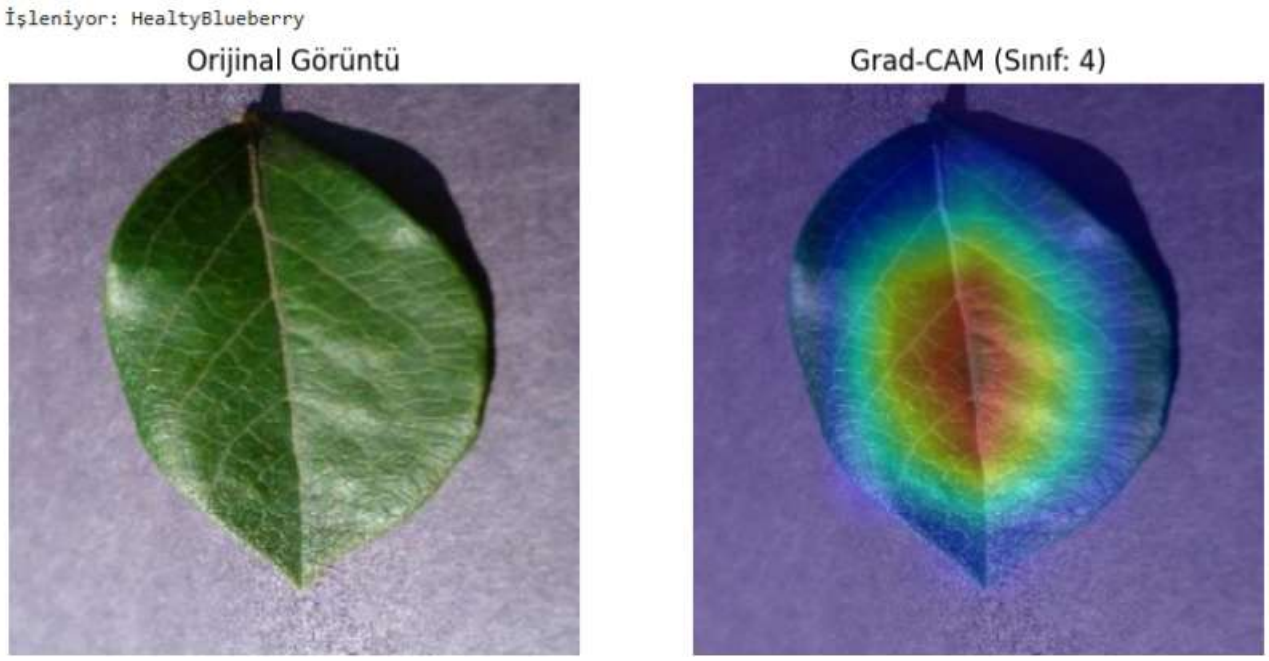
Her bir modelin karar verme süreçlerini daha iyi anlamak amacıyla Grad-CAM görselleştirmeleri uygulanmıştır. Elde edilen bu görseller, ilgili bir uzmanın değerlendirmesi doğrultusunda yorumlanmış ve modellerin hastalık belirtilerine odaklanma dereceleri görsel olarak aşağıdaki şekillerde sunulmuştur.



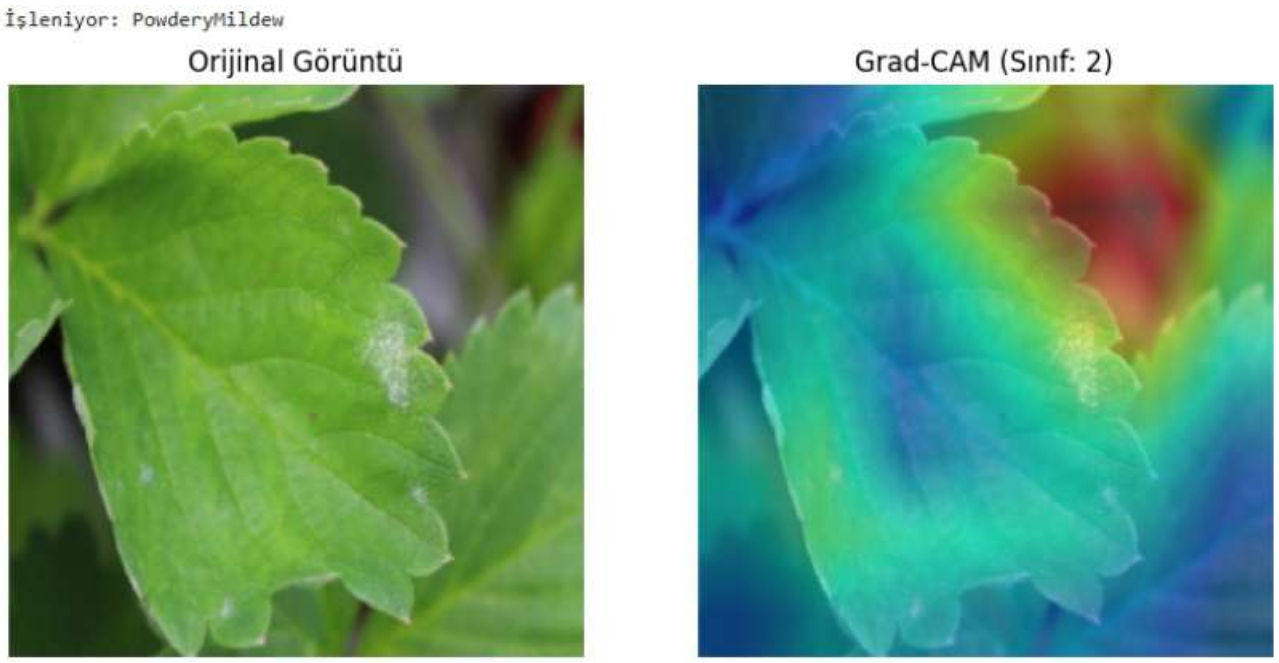
Şekil 1. Resnet18 modeli için leaf rust sınıfına ait grad-cam çıktısı



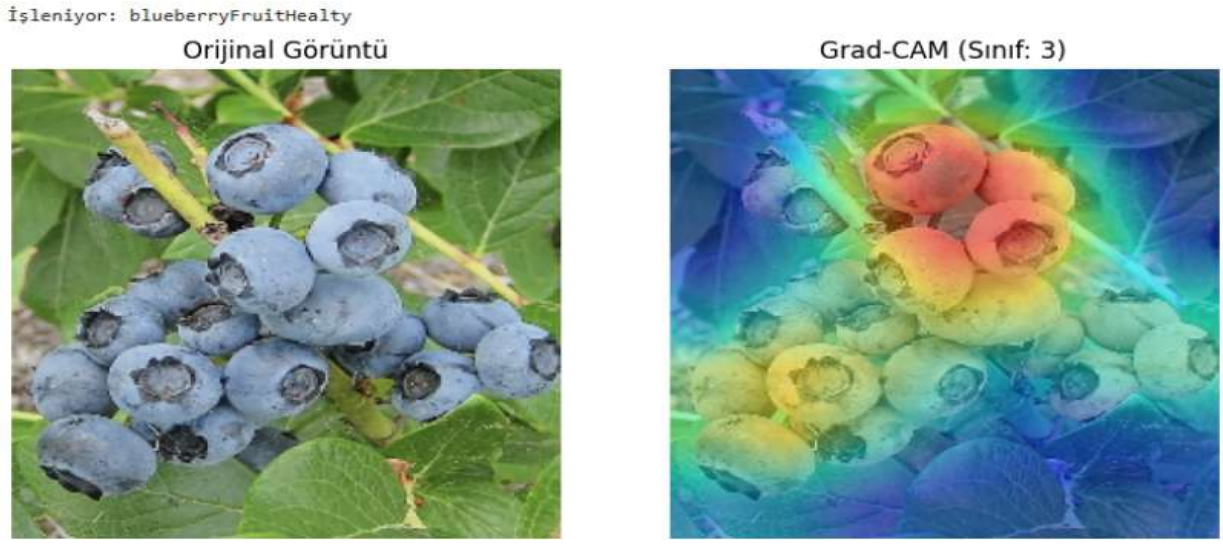
Şekil 2. MobileNetV2 modeli için Gray Mold sınıfı Grad-CAM çıktısı



Şekil 3. EfficientNet-B0 modeli için Healthy Leaf sınıfı Grad-CAM çıktısı



Şekil 4. DenseNet121 modeli için Powdery Mildew sınıfı Grad-CAM çıktısı



Şekil 5. VGG16 modeli için Grad-CAM çıktısı

Bu analizlerde özellikle EfficientNet-B0 ve DenseNet121 modelleri, semptomatik bölgelere en doğru şekilde odaklanan modeller olarak öne çıkmıştır. Öte yandan VGG16 modelinde veri artırmaya bağlı olarak hatalı dikkat dağılımları gözlemlenmiştir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, hassas tarımın en önemli sorunlarından biri olan yaban mersini bitkilerinde görülen hastalıkların otomatik olarak tespiti ve sınıflandırılması problemi ele alınmıştır. Bitki hastalıklarının doğru şekilde tanımlanması ve zamanında müdahale edilmesi, tarımsal verimlilik, ürün kalitesi ve gıda güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda, VGG16, ResNet18, DenseNet121, EfficientNet-B0 ve MobileNetV2 olmak üzere beş farklı derin öğrenme mimarisi transfer öğrenme yöntemiyle eğitilmiş ve beş sınıftan oluşan özel bir veri seti üzerinde değerlendirilmiştir. Söz konusu sınıflar; sağlıklı yaprak, sağlıklı meyve, yaprak pası, gri küf ve külleme hastalığı olarak belirlenmiştir.

Deneysel sonuçlar, transfer öğrenmenin sınırlı veri setlerinde bile yüksek sınıflandırma başarısı sağlayabildiğini ortaya koymuştur. EfficientNet-B0 ve DenseNet121 modelleri %99.60 doğruluk oranı ile en iyi performansı sergilerken, MobileNetV2, VGG16 ve ResNet18 modelleri sırasıyla %99.21, %98.79 ve %98.81 doğruluk oranlarına ulaşmıştır. Bu sonuçlar, önceden büyük ölçekli veri kümelerinde (örneğin ImageNet) eğitilmiş CNN modellerinin, yeniden eğitilerek küçük tarımsal veri kümelerinde yüksek başarı sağlayabileceğini göstermektedir.

Bu çalışmada yalnızca doğruluk oranları değil, aynı zamanda model yorumlanabilirliği de ele alınmıştır. Derin öğrenme modellerinin karar süreçlerinin şeffaf olmaması, tarım gibi kullanıcı güveninin önemli olduğu alanlarda yaygın kullanımın önünde bir engel oluşturmaktadır. Bu bağlamda, çalışmada Gradient-weighted Class Activation Mapping (Grad-CAM) yöntemi kullanılarak modelin hangi görsel alanlara odaklandığı görselleştirilmiş ve karar mekanizmaları açıklanabilir hale getirilmiştir.

Grad-CAM ile elde edilen görselleştirmeler, modellerin pas lekeleri, küf benzeri yapılar ve beyaz tozumsu mantar belirtileri gibi hastalık semptomlarına doğru şekilde odaklandığını ortaya koymuştur. Sağlıklı örneklerde ise belirgin bir belirti bulunmaması nedeniyle daha yaygın ve dağılmış aktivasyonlar gözlemlenmiştir. Bu sayede modellerin kararlarının güvenilirliği artmış, son kullanıcıların bu sistemlere olan güveni desteklenmiştir.

Ancak bazı sınıflar arasında gözlemlenen karışıklıklar (örneğin yaprak pası) mevcut modellerin geliştirilmeye açık yönleri olduğunu göstermektedir. Özellikle sınıflar arası görsel benzerliklerin yüksek olduğu durumlarda, daha sofistike mimariler ya da ensembıl (model birleştirme) yaklaşımlarının kullanılması önerilmektedir.

Gelecek çalışmalar için şu öneriler sunulabilir:

- Gerçek tarla koşullarında çekilmiş daha çeşitli ve dengeli görüntüler içeren büyük veri kümeleri oluşturulmalı,
- Veri artırma süreci dikkatli yönetilmeli, yapay etkiler modele yanlış öğretilmemelidir,
- LIME ve SHAP gibi diğer açıklanabilir yapay zekâ yöntemleri ile Grad-CAM desteklenerek karar süreçleri daha fazla şeffaflaştırılabilir,
- Mobil uyumlu ve gerçek zamanlı sistemler geliştirilebilir, modellerin tarla uygulamalarında kullanımı kolaylaştırılabilir.

Sonuç olarak, bu tez çalışması transfer öğrenme ile eğitilmiş CNN modellerinin, açıklanabilir yapay zekâ teknikleri ile birlikte yaban mersini hastalıklarının otomatik tespiti konusunda yüksek doğruluk ve güvenilirlik sunduğunu göstermiştir. Bu çalışma, tarım teknolojilerinde yapay zekâ temelli karar destek sistemlerinin geliştirilmesine katkı sunarak, ürün verimliliğinin artırılmasına, ekonomik kayıpların azaltılmasına ve gıda güvenliğinin sağlanmasına yönelik önemli bir adım niteliğindedir.

5. KAYNAKLAR

Mohanty, S. P., Hughes, D. P., & Salathé, M. (2016). Using deep learning for image-based plant disease detection. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1419. https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01419

Pan, S. J., & Yang, Q. (2010). A survey on transfer learning. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 22(10), 1345–1359. https://doi.org/10.1109/TKDE.2009.191

Sullca, C., Molina, C., Rodríguez, C., & Fernández, T. (2019). Diseases detection in blueberry leaves using computer vision and machine learning techniques. *International Journal of Machine Learning and Computing*, *9*(5), 656–661. https://doi.org/10.18178/ijmlc.2019.9.5.854

Too, E. C., Yujian, L., Njuki, S., & Yingchun, L. (2019). A comparative study of fine-tuning deep learning models for plant disease identification. *Computers and Electronics in Agriculture*, 161, 272–279. https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.03.032

Sagar, S., Javed, M., & Doermann, D. S. (2023). Leaf-based plant disease detection and explainable AI. *arXiv preprint arXiv:2404.16833*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.16833

Pavithran, A., & Punithavalli, M. (2024). Explainable AI for plant leaf disease detection: Techniques, applications, and future directions. *The Academic*, 2(7), 244–256. https://theacademic.in/wp-content/uploads/2024/08/22.pdf

Qu, H., Zheng, C., Ji, H., Huang, R., Wei, D., Annis, S., & Drummond, F. (2024). A deep multi-task learning approach to identifying mummy berry infection sites, the disease stage, and severity. *Frontiers in Plant Science, 15,* 1340884. https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1340884

Alotaibi, A., & AlSaeed, D. (2025). Skin Cancer Detection Using Transfer Learning and Deep Attention Mechanisms. *Diagnostics*, *15*(1), 99. https://doi.org/10.3390/diagnostics15010099

EXPLORING THE NEGATIVE AUTOMATIC THOUGHTS AND DYSFUNCTIONAL ATTITUDES IN PATIENTS WITH POLYCYSTIC OVARY SYNDROME

POLİKİSTİK OVER SENDROMLU HASTALARDAKİ NEGATİF OTOMATİK DÜŞÜNCELERİN VE FONKSİYONEL OLMAYAN TUTUMLARIN ARAŞTIRILMASI

Hülya Ertekin[1]

[1]Doçent, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Tıp Fakültesi, Psikiyatri Anabilim Dalı

ORCID: 0000-0003-4787-5333

Özet

Amaç: Psikiyatrik bozuklukların, özellikle depresyonun, Polikistik over sendromu (PKOS) hastalarında yaygın olduğu gösterilmiştir. Bu çalışmanın amacı, PKOS tanısı almış hastalarda depresif semptomlar üzerinde Disfonksiyonel tutumların (DA) ve Negatif otomatik düşüncelerin (NAT) etkilerini incelemektir.

Yöntemler: Bu çalışma, Ocak-Mart 2020 tarihleri arasında yürütülen bir vaka-kontrol çalışmasıdır. Hasta grubu, PKOS tanısı almış premenopozal bireylerden oluşmaktadır. Depresyon ve anksiyete semptomlarını değerlendirmek için Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği (HADS), DA'yı değerlendirmek için Disfonksiyonel Tutumlar Ölçeği (DAS) ve NAT'ı değerlendirmek için Otomatik Düşünceler Ölçeği (ATS) kullanılmıştır.

Sonuçlar: PKOS hastalarının ortalama yaşı 27,18±5,74 yıl, kontrol grubunda ise 28,18±5,68 yıldır. PKOS hastalarının HAD'ı; depresyon, anksiyete ve toplam ortalama puanları kontrol grubundan anlamlı derecede yüksekti (sırasıyla; $p \leq 0.01$; $p \leq 0.01$; $p \leq 0.01$). Ayrıca, PKOS hastalarının ortalama ATS, DAS toplam ve mükemmeliyetçilik alt ölçek puanları kontrol grubundan anlamlı derecede yüksekti (sırasıyla $p=0.03$; $p=0.025$; $p \leq 0.01$).

Sonuç: Bu çalışmanın sonucunda, tıbbi olarak sağlıklı bireylerde depresyon etiyolojisinde önemli parametreler olan NAT ve DA'nın PKOS'ta ortaya çıkan depresyonda da anlamlı olduğu gösterilmiştir.

Anahtar kelimeler: Depresyon, Fonksiyonel olmayan tutumlar, Olumsuz otomatik düşünceler, Polikistik over sendromu.

Abstract

Aim: Psychiatric disorders, especially depression, have been shown to be common in patients with Polycystic ovary syndrome (PCOS). The aim of this study is to examine the effects of Dysfunctional attitudes (DA) and Negative automatic thoughts (NAT) on depressive symptoms in patients diagnosed with PCOS.

Methods: This study is a case-control study conducted between January-March 2020. The patient group consisted of premenopausal individuals diagnosed with PCOS. Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) was used to evaluate the symptoms of depression and anxiety,

Dysfunctional attitudes Scale (DAS) was used to evaluate DA and Automatic Thoughts Scale (ATS) to evaluate NAT.

Results: The mean age of PCOS patients was 27.18±5.74 years, and 28.18±5.68 years in the control group. HAD of PCOS patients; depression, anxiety and total mean scores were significantly higher than the control group (respectively; p≤0.01; p≤0.01; p≤0.01). In addition, PCOS patients' mean ATS, DAS total, and perfectionism subscale scores were significantly higher than the control group (p=0.03; p=0.025; p≤0.01, respectively).

Conclusion: As a result of this study, NAT and DA, which are important parameters in the etiology of depression in medically healthy individuals, have also been shown to be significant in depression occurring in PCOS.

Key words: Depression, Dysfunctional attitudes, Negative automatic thoughts, Polycystic ovary syndrome**.**

1. GİRİŞ

Polikistik over sendromu (PKOS), doğurganlık çağındaki kadınların %5-24'ünü etkiler; adet düzensizlikleri ve hiperandrojenizm belirtileri (akne, hirsutizm vb.) ile klinik olarak karakterize bir hastalıktır (Aydoğan, 2020). PKOS'lu hastalarda psikiyatrik bozuklukların, özellikle depresyonun yaygın olduğu gösterilmiştir. PKOS ve psikiyatrik bozuklukların yüksek komorbidite oranları, HPA ekseni aşırı aktivitesi ve PKOS nedeniyle gelişen fiziksel özellikler gibi yaygın endokrinolojik bozuklukların ikincil etkileriyle açıklanmaya çalışılmıştır. Ancak depresyonun etiyolojisi için henüz güçlü kanıtlar ortaya konulmamıştır (Gnawali, 2021).

Bilişsel yaklaşıma göre, kişinin bilincinde var olan bazı sözel ifadeler ya da hayali deneyimler, önceki yaşam olaylarından kaynaklanan bazı tutumlarla ilişkilidir (Gökdağ, 2016). Bilişsel terapide işlevsiz tutumlar (DT) ve olumsuz otomatik düşünceler (OOD) hakkında önemli açıklamalar vardır. DT aşırı genelleştirilmiş, katı ve kalıcıdır, kişinin hayatındaki değişiklikler ve deneyimlerden etkilenmez. DT genellikle depresif semptomları olan bireylerde görülür (Lee, 2021). Depresyondaki bireyler duygu ve düşüncelerindeki yaklaşımlar sebebiyle mutlu hissetmek için bazı şeylerden kendilerini soyutlamaktadırlar. Depresif hastalarda ortaya çıkan bu durum dünyayı ve olayları fonksiyonel olmayan bir biçimde algılamalarıyla açıklanabilir. FOT ve OOD birbirleri ile bağlantılı süreçlerdir. OOD kendi kendine ortaya çıkan ve otomatik bir biçimde bireyin zihninde oluşan kısa ve hızlı düşüncelerdir. Kişi genellikle bu tarz düşüncelerinin bilincinde değildir. Kendi farkındalığında olan ise, düşüncelerini takip eden duygusal imajlardır. Kişi bu otomatik düşüncelerini herhangi bir süzgeçten geçirmeden, eleştirmeden doğru olarak içselleştirir. OOD bireyin duygusal yanıtlarını, düşünce biçimini ve sonuç olarak fizyolojik yanıtlarını etkiler (Batmaz, 2014; Annagür 2014).

Depresyonun bilişsel modeli temel alınarak geliştirilen Fonksiyonel Olmayan Tutumlar Ölçeği (FOTÖ) ve Otomatik Düşünceler Ölçeği (ODÖ) önemli değerlendirme araçlarıdır. PKOS olan hastalarda görülen psikiyatrik bozuklukların ve bunlar arasında en sık rastladığımız depresyonun ortaya çıkma sebepleri henüz net olarak anlaşılamamıştır. Bu çalışmanın amacı PKOS tanısı almış hastalarda depresyonun bilişsel modeli ile ilişkili fonksiyonel olmayan tutumların ve olumsuz otomatik düşüncelerin depresif belirtiler üzerindeki etkisinin incelenmesidir.

2. YÖNTEM

Bu çalışma Ocak-Mart 2020 tarihleri arasında gerçekleştirilmiş bir vaka-kontrol çalışmasıdır. Çalışma için Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan (KararNo:15.01.2020-2020-01) onam alındı.

Çalışmaya Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Tıp Fakültesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Hastanesi Kadın Hastalıkları ve Doğum Polikliniğine başvuran hastalar dahil edildi. Hasta grubunu PKOS Rotterdam tanı kriterlerine göre daha önceden PKOS tanısı konulmuş, PKOS tanısı ile takipte olan, 18 yaş ve üzeri premenapozal kişiler oluşturdu. Kontrol grubunu ise 18 yaş ve üzeri premenopozal, herhangi bir tıbbi ve psikiyatrik hastalığı olmadığını sözel olarak beyan eden sağlıklı kişiler oluşturdu.

Hasta ve kontrol grupları için dışlama kriterleri; bilinen kronik psikiyatrik bir hastalığı (şizofreni ve psikotik bozukluklar, bipolar bozukluk vb.) bulunmak ve/veya halen psikiyatrik tedavi görmek, gebe olmak, 18 yaş altı olmak, menapozda olmak olarak belirlendi.

Çalışmaya dahil edilme kriterlerini karşılayan bireylere çalışmanın amacı ve uygulanışı anlatıldı ve çalışmaya katılmayı kabul edenlerden sözlü ve yazılı onamlar alındı.

Katılımcıların demografik özelliklerini değerlendirmek için 17 adet soru içeren demografik veri formu, depresyon ve anksiyete belirtilerini değerlendirmek için Hastane Anksiyete ve Depresyon ölçeği (HADÖ) uygulandı. FOT'ları değerlendirmek için FOTÖ ve OOD'leri değerlendirmek için ise ODÖ uygulandı.

İstatistiksel analiz

Elde edilen veriler SPSS paket program 19.0 sürümü ile analiz edildi. Demografik verilerin sunumunda sayı, yüzde, ortalama, standart sapma, ortanca, minimum, maksimum kullanıldı. Kategorik verilerin karşılaştırmasında Ki-Kare Testi kullanıldı. Sürekli değişken karşılaştırmasında Student t Testi ve Mann Whitney U Testi kullanıldı. Değişkenler arası korelasyon Pearson Korelasyon Analizi ile değerlendirildi. İstatistiksel anlamlılık için $p<0,05$ kabul edildi.

3. BULGULAR

PKOS hastalarının yaş ortalaması 27,18±5,74, Kontrol grubunun ise 28,18±5,68 idi. PKOS hastalarının Vücut Kitle İndeksi (VKİ) kontrol grubundan anlamlı düzeyde yüksekti ($p\leq0,01$) (Tablo I). PKOS hastalarının HAD; depresyon, anksiyete ve toplam puan ortalamaları kontrol grubundan anlamlı düzeyde yüksekti (sırasıyla; $p\leq0,01$; $p\leq0,01$; $p\leq0,01$). Ayrıca PKOS hastalarının ODÖ, FOTÖ toplam ve mükemmeliyetçilik alt ölçek puan ortalaması kontrol grubundan anlamlı düzeyde yüksekti (sırasıyla $p=0,03$; $p=0,025$; $p\leq0,01$) (Tablo II).

PKOS hastalarının ODÖ puanları ile; HAD ölçeği depresyon, anksiyete ve toplam puanları arasında anlamlı pozitif korelasyonlar saptandı (sırasıyla $r=0,38$, $p=0,04$; $r=0,64$, $p\leq0,01$; $r=0,63$, $p\leq0,01$). Ayrıca ODÖ puanları ile FOTÖ toplam, FOTÖ mükemmeliyetçilik ve FOTÖ onaylanma alt ölçek puanları arasında anlamlı pozitif korelasyonlar saptandı (sırasıylar=0,65, $p\leq0,01$; $r=0,67$, $p=0,04$; $r=0,50$, $p\leq0,01$). PKOS hastalarının FOTÖ toplam puanları ile HAD ölçeği depresyon, anksiyete ve toplam puanları arasında anlamlı pozitif korelasyonlar saptandı. (sırasıyla; $r=0,53$, $p\leq0,01$; $r=0,62$, $p\leq0,01$; $r=0,53$, $p\leq0,01$). Bununla birlikte PKOS hastalarının FOTÖ mükemmeliyetçilik alt ölçek puanları ile HAD ölçeği depresyon, anksiyete ve toplam puanları arasında anlamlı pozitif korelasyonlar saptandı. (sırasıyla; $r=0,45$, $p\leq0,01$; $r=0,58$, $p\leq0,01$; $r=0,60$, $p\leq0,01$). PKOS hastalarının FOTÖ onaylanma alt ölçek puanları ile HAD

ölçeği anksiyete ve toplam puanları arasında anlamlı pozitif korelasyonlar saptandı. (sırasıyla; r=0,45, p≤0,02; r=0,44, p≤0,01)

Tablo 1. Demografik bulgular

	PKOS (n,%)	Kontrol (n,%)	T testi/ X^2	p
Yaş	27,18±5,74	28,18±5,68	1,18	0,24
Eğitimdurumu			23,80	≤0,01
İlköğretim	5(14,7)	0(0)		
Lise	17(50)	2(6,50)		
Üniversite	12(35,3)	29(93,50)		
Meslek			13,22	≤0,01
Öğrenci	14(43,80)	14(45,20)		
Evhanımı	9(28,10)	0(0)		
Memur	8(25,0)	17(54,8)		
Diğer	1(3,10)	0(0)		
Medeni Durum			3,81	0,05
Bekar	16(47,10)	22(71)		
Evil	18(52,90)	9(29)		
Dul	0(0)	0(0)		
VKİ (vücutağılığı,kg)/(boy,m)^2	29,22±6,44	23,25±4,70	-4,16	p≤0,01

VKİ; Vücut Kitle İndeksi

Tablo 2. Ölçekler

	PKOS (n, %)	Kontrol (n,%)	T testi/ X^2	p
HAD Ölçeği				
Depresyon puanı	9,25±4,84	5,48±2,93	-3,65	≤0,01
Anksiyete puanı	6,79±2,87	3,45±3,17	-4,21	≤0,01
Toplam puan	16,27±7,43	8,94±5,42	-4,41	≤0,01
Depreyon			0,27	0,60
Var	7(21,20)	5(16,10)		
Yok	26(78,80)	26(83,90)		
Anksiyete			3,83	0,05
Var	8(24,2)	2(6,5)		
Yok	25(75,8)	29(93,5)		

ODÖ	62,30±30,17	48,50±17,52	-2,13	0,03
FOTÖ Toplam	140,74125,74±30,51	125,74±17,10	-2,29	0,025
Mükemmeliyetçilik	54,21±21,60	41,64±11,07	-2,89	≤0,01
Onaylanma ihtiyacı	39,96±10,25	37,96±9,53	-0,80	0,42
Bağımsız Tutum	28,25±5,86	28,67±5,57	0,29	0,76
Değişken Tutum	17,65±4,69	17,45±5,87	-0,15	0,87

HAD; Hastane Anksiyete Depresyon Ölçeği, ODÖ: Otomatik düşünceler ölçeği, FOTÖ; Fonksiyonel Olmayan Düşünceler Ölçeği

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışma PKOS hastalarında depresyonun bilişsel modeli ile ilişkili fonksiyonel olmayan tutumların ve olumsuz otomatik düşüncelerin; depresif belirtiler ile ilişkisini araştıran önemli bir çalışmadır. Ayrıca bu çalışmada; PKOS hastalığı gibi tıbbi açıdan etiyolojisi tanımlanmış bir hastalıkta görülen depresif belirtiler bilişsel açıdan değerlendirildi.

PKOS hastalarının sağlıklı kontrollerden anlamlı derecede yüksek depresif belirtilere sahip olduğu görüldü. PKOS'ta görülen depresif semptomların; obezite ile ilişkili negatif vücut imajı, hiperandrojenizm, yüksek infertilite oranları, akne, hirşutizm ve D vitamin eksikliğinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Erzin, 2022, Okumuşoğlu, 2017). Geçmişte yapılan bazı çalışmalar ise; PKOS hastalarında depresif semptomların bazı hastalarda sağlıklı kadınlardan düşük olduğunu göstermiş ve bu durumun PKOS tedavisinde kullanılan oral kontraseptif ilaçların olumlu etkisi ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (Cerit, 2012; Erözkan, 2005).

Geçmişte yapılan bazı çalışmalarda kronik fiziksel hastalığı olanlarda OOD ile depresyon düzeyleri arasındaki ilişki gösterilmiştir. Riley ve ark.'ları HIV(+) hastalarda OOD arttığında depresif belirtilerin şiddetinde artış olduğunu göstermiştir (Riley, 2017). Ertekin ve ark.'ları menapozal dönemdeki kadınlarda ODÖ puanları ile depresif belirtiler arasında anlamlı bir korelasyon saptamıştır (Ertekin, 201). Çalışmamızda PKOS hastalarının ODÖ puan ortalamaları sağlıklı kontrollerden yüksek olarak değerlendirildi. Çalışmamız bulguları farklı hasta gruplarında yapılan çalışmalarla benzer şekilde; PKOS hastalarının ODÖ puanları ile HAD puanları arasında pozitif yönde anlamlı bir korelasyon saptandı. Bu bulgular kronik tıbbi hastalığı olanların bilişsel açıdan da etkilendiğini göstermektedir. OOD'leri fazla olan kronik tıbbi hastalığa sahip bireylerde depresif belirti şiddetinin daha yüksek olabileceği sonucuna varılabilir.

Çalışmamızın önemli bulgularından biri de FOTÖ toplam ve mükemmeliyetçilik alt ölçek puan ortalamalarının PKOS hastalarında anlamlı düzeyde yüksek olması idi. Ayrıca mükemmeliyetçilik ve onaylanma ile HAD depresyon puanları arasında pozitif bir ilişki, değişken tutum ile HAD depresyon puanları arasında ise negatif bir ilişki saptandı. Bununla birlikte onaylanma ihtiyacı ile HAD anksiyete ve toplam puanları arasında da pozitif bir ilişki saptandı. Çalışmamızla benzer şekilde literatürde; psikiyatrik hastalığı veya tıbbi hastalığa olan hasta gruplarında FOT'ların normal sağlıklı bireylerden daha yüksek olduğu ve depresyonla bu belirtiler arasında çeşitli düzeylerde ilişkili bulgular gösterilmiştir. Erzin ve ark.'larının premenstruel disforik bozukluğu olan kadınlar ile sağlıklı kadınları FOTÖ kısa formu ile değerlendirdikleri çalışmalarında hasta grubunun ölçek puanlarını sağlıklılara oranla anlamlı derecede yüksek olarak değerlendirmişlerdir (29). Okumuşoğlu ve ark.'ları obezitesi olan, FOTÖ ve ODÖ puanları yüksek bireylerin daha düşük diyet ile kilo verme ve uyum sağlama

kapasitesine sahip olduğunu göstermiştir. Çalışmamız sonucunda PKOS hastalarının ODÖ puanları ile HAD, FOTÖ mükemmeliyetçilik ve onaylanma ihtiyacı alt ölçek puanları arasında pozitif bir ilişki saptandı (30). Cerit ve ark.'larının Depresyon-distimi hastaları ile sağlıklı kontrol grubunu ODÖ ve FOTÖ alt ölçekleri ile değerlendirdikleri çalışmada ise; FOTÖ toplam puanı ve „onaylanma ihtiyacı" alt ölçeğinden, depresyon hastaları ile distimi hastaları, remisyondaki depresyon hastalarından ve kontrol grubundan daha yüksek puan almıştır.''Mükemmeliyetçi tutum" alt ölçeğinden depresyon hastaları kontrol grubundan daha yüksek puan almakla birlikte, ODÖ toplam puanı ve tüm alt ölçeklerinden; depresyon hastaları ile distimi hastaları, kontrol grubuna göre daha yüksek puan almıştır (31). Yıldız ve ark. yaptığı çalışmada; bireylerin yaşam olaylarıyla ilgili sahip oldukları işlevsiz tutumlarının depresyonu artırdığını, aynı zamanda karşılaştıkları problemler ve stresörler karşısında zihinlerinde meydana gelen olumsuz otomatik düşüncelerin depresyon seviyelerini artırdığını ortaya koymuştur (9). Antony ve Swinson sıklıkla diğerlerinin düşünceleriyle aşırı kaygının olduğu mükemmeliyetçiliğin, yüksek onay ihtiyacı duymayla ilişkili gözüktüğünü belirtmişlerdir (32). Erözkan ve ark. yaptığı bir çalışmada bireylerin öz-değer duyguları için diğerlerinin onayına ve diğerlerinden onay almak için uzun süreli tekrarlanan hatalara bağlı kalırlarsa çeşitli olumsuz beklentiler geliştirebilecekleri ve bu beklentiler ise bireylerin negatif olaylara ilişkin atıflarını direkt olarak etkileyecek ve depresyon ve kaygı süreçlerinin yaşanmasına neden olacağı belirtilmiştir Onaylanma ihtiyacını dolaylı olarak ele alan araştırmalarda ise depresyon, umutsuzluk, sosyal kaygı ve utangaçlık gibi konularla pozitif yönde ilişkili bulunmuştur (33).

Bu çalışmanın bazı kısıtlılıkları mevcuttu. Çalışmaya alınan PKOS hasta sayısı depresyonun bilişsel modelini açıklayabilecek düzeyde yüksek değildi. Bir diğer kısıtlılık ise çalışmanın kontrol grubunu oluşturan sağlıklı gönüllülerin eğitim düzeyinin hasta grubundan yüksek olmasıydı.

PKOS hastalığında görülen psikiyatrik bulguların etiyolojisi halen önemli araştırma konularından biridirBu çalışma sonucunda depresyonun bilişsel modeli açısından oldukça önemli olan OOD'lerin ve FOT'ların PKOS hasta grubunda depresyon ile ilişkisi gösterildi. Ancak gelecekte daha fazla hasta ve sağlıklı kontrolün dahil edildiği, bilişsel davranışçı modeli açıklamaya yönelik değerlendirilmesi gereken daha fazla parametrenin incelendiği, hastaların psikiyatrik görüşmeler yapılarak ve uzunlamasına değerlendirildiği geniş kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır.

5. KAYNAKLAR

Annagür, B. B., Tazegül, A., & Akbaba, N. (2014). Body image, self-esteem and depressive symptomatology in women with polycystic ovary syndrome. *Nöro Psikiyatri Arşivi*, *51*(2), 129.

Kirmizi, D. A., Baser, E., Onat, T., Caltekin, M. D., Yalvac, E. S., Kara, M., & Gocmen, A. Y. (2020). Sexual function and depression in polycystic ovary syndrome: Is it associated with inflammation and neuromodulators?. *Neuropeptides*, *84*, 102099.

Batmaz, S., Kaymak, S. U., Kocbiyik, S., & Turkcapar, M. H. (2014). Metacognitions and emotional schemas: a new cognitive perspective for the distinction between unipolar and bipolar depression. *Comprehensive psychiatry*, *55*(7), 1546-1555.

Cerit, C., & Coşkun, B. (2012). The comparison of cognitive distorsions among patients with depression, dysthymia, remitted depression and healthy control group. *Anatolian Journal of Psychiatry*, *13*(4), 250-255.

Erözkan, A. (2005). Interpersonal sensitivity and depression levels of university students. *Journal of Social Sciences and Humanities Researches Muğla University*, *14*(1), 129-55.

Ertekin, H., Beyazit, F., & Sahin, B. (2018). Evaluation of psychiatric symptoms and automatic negative thoughts among menopausal women. *Medicine Science*, *7*(3), 507-10.

Erzin, G., Kılınçel, O., Bayram, Ş., Kılıç, O. H. T., Kotan, V. O., Özkaya, G., ... & Özdel, K. (2020). Evaluation of dsyfunctional attitudes, distress and discomfort tolerance levels in patients with premenstruel dysphoric disorder (tur). *TURKISH JOURNAL CLINICAL PSYCHIATRY*, *23*(3), 248-255.

Gnawali, A., Patel, V., Cuello-Ramírez, A., Noor, A., Rashid, M. Y., Henin, S., & Mostafa, J. A. (2021). Why are women with polycystic ovary syndrome at increased risk of depression? Exploring the etiological maze. *Cureus*, *13*(2).

Gökdağ, C., & Arkar, H. (2016). An Examination of the Relationships Between the Psychobiological Model of Personality and Cognitive Theory in Patients Diagnosed With Major Depression and Healthy Individuals. *Turkish Journal of Psychiatry*, *27*(4).

Lee, S. H., & Cho, S. J. (2021). Cognitive behavioral therapy and mindfulness-based cognitive therapy for depressive disorders. *Major depressive disorder: Rethinking and understanding recent discoveries*, 295-310.

Riley, K. E., Lee, J. S., & Safren, S. A. (2017). The relationship between automatic thoughts and depression in a cognitive-behavioral treatment for people living with HIV/AIDS: Exploring temporality and causality. *Cognitive therapy and research*, *41*, 712-719.

Okumuşoğlu, S. (2017). The role of negative, saboteur, dysfunctional thoughts and attitudes in weight loss success in obesity. *Uluslararası Beşeri Bilimler ve Eğitim Dergisi*, *3*(1), 63-75.

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF A NOVEL ACETAMIDE-BASED HYBRID COMPOUND WITH ANTIOXIDANT POTENTIAL

ANTİOKSİDAN POTANSİYELİ OLAN YENİ BİR ASETAMİD BAZLI HİBRİT BİLEŞİĞİN SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU

Şükriye ÇAKMAK

Doç. Dr., Sinop Üniversitesi, Organik Kimya, 0000-0002-2221-0098

Özet

Günümüzde karşılaşılan pek çok sağlık sorununun temelinde oksidatif stresin rol oynaması, yeni ve etkili antioksidan bileşiklerin geliştirilmesini önemli bir araştırma alanı haline getirmiştir. Bu doğrultuda, bilim insanları biyolojik olarak aktif, güçlü antioksidan özellikler sergileyen yeni moleküllerin sentezine yönelmiştir. Özellikle asetamid bazlı bileşikler, farmasötik alanda dikkate değer biyolojik aktiviteler sergileyen moleküller arasında yer almaktadır. Yapılarında bulunan amid fonksiyonel grubu serbest radikallerin nötralize edilmesinde önemli bir rol oynayarak bu bileşiklerin güçlü antioksidan özellikler göstermesine olanak tanımaktadır. Bu çalışmada ise, bu amaca yönelik olarak, asetamit iskeleti temel alınarak tasarlanan yeni bir hibrit bileşik olan N-(5-(tert-butyl)-2-hydroxyphenyl)-2-(thiophen-2-yl)acetamide (TBHPT-Ac) sentezlenmiştir. Karboksilik asit türevi bileşikten hareketle iki aşamalı bir reaksiyon ile sentezlenen hedef bileşiğin yapısı, FT-IR, ^{1}H-NMR ve ^{13}C-NMR spektroskopik verileri kullanılarak kanıtlanmıştır.

Elde edilen bileşiğin in vitro antioksidan potansiyeli, DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) serbest radikal süpürme testi ile belirlenmiştir. Hedef bileşiğin yapı-aktivite ilişkisine yönelik değerlendirmeler, asetamit bazlı hibrit bileşiğin kayda değer bir antioksidan aktivite sergilediğini ortaya koymuştur. Bu etkinin, molekülün yapısında bulunan tiyofen halkası ile benzen halkasına bağlı hidroksil sübstitüentinin varlığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca, molekülde bulunan amit fonksiyonel grubunun da antioksidan etkinliği destekleyen yapısal bir unsur olduğu literatürde belirtilmektedir. Bu çalışmalar doğrultusunda, hedef bileşiğin farmasötik uygulamalarda değerlendirilebilecek umut vadeden bir molekül olduğu ve gelecekte gerçekleştirilecek farklı araştırmalar için potansiyel bir öncü yapı niteliği taşıdığı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Asetamid, antioksidan aktivite, spektroskopi, sentez

Abstract

The fact that oxidative stress plays a role in many of today's health problems has made the development of new and effective antioxidant compounds an important area of research. In this direction, scientists have turned to the synthesis of new molecules that are biologically active and have strong antioxidant properties. In particular, acetamide-based compounds are among the molecules with remarkable biological activities in the pharmaceutical field. The amide functional group in their structures plays an important role in neutralising free radicals, giving these compounds strong antioxidant properties. In this study, a new hybrid compound, N-(5-(tert-butyl)-2-hydroxyphenyl)-2-(thiophen-2-yl)acetamide (TBHPT-Ac), designed on the basis of the acetamide skeleton, was synthesised for this purpose. The structure of the target

compound, synthesised by a two-step reaction starting from the carboxylic acid derivative, was established using FT-IR, ^{1}H-NMR and ^{13}C-NMR spectroscopy.

The in vitro antioxidant potential of the obtained compound was determined by the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) free radical scavenging test. Structure-activity relationship evaluations of the target compound showed that the acetamide-based hybrid compound exhibited significant antioxidant activity. This effect is thought to be due to the presence of the thiophene ring and the hydroxyl substituent attached to the benzene ring in the structure of the molecule. Additionally, literature evidence suggests that the amide functional group in the molecule serves as a key structural element that enhances its antioxidant activity. In line with these studies, the target compound is thought to be a promising molecule that can be evaluated in pharmaceutical applications and is a potential lead structure for different future research.

Keywords: Acetamide, antioxidant activity, spectroscopy, synthesis

1. INTRODUCTION

Antioxidants are bioactive compounds that play crucial roles across various sectors, including food technology, pharmacology, and healthcare (Zehiroglu et al., 2019). Owing to their broad range of applications, there is growing interest in the development and synthesis of new antioxidant compounds. The acetamide scaffold is an integral part of many biologically active compounds, which are crucial for their antioxidant (Autore et al., 2010), anti-inflammatory, analgesic (Rani et al., 2014) and antibacterial (Sheikh et al., 2023) activities. Compounds bearing this structural motif have an important place in pharmaceutical research and development. In medicinal chemistry, the acetamide moiety is widely used in clinical prescription drugs due to its high therapeutic potential in targeting a range of conditions, including infections, convulsions, and allergies. Acetamide-containing drugs are also employed in the treatment of conditions such as pain, inflammation, and viral infections (Ahmad et al., 2023).

In this study, the novel hybrid compound *N*-(5-(tert-butyl)-2-hydroxyphenyl)-2-(thiophen-2-yl)acetamide (TBHPT-Ac), incorporating an acetamide scaffold, was synthesized for the first time via a two-step reaction. The structure of the synthesized compound was elucidated using FTIR, ^{1}H NMR, ^{13}C NMR, and elemental analysis. The *in vitro* antioxidant activity of the compound was evaluated using the DPPH radical scavenging assay and compared with TBHQ, α-tocopherol and BHA as the standards.

2. EXPERİMENTAL SECTİON

2.1. Measurement and Reagents

Reagents were sourced from commercial suppliers and used as received, without any additional purification. The solvents employed were of spectroscopic grade. Melting points were recorded on a Stuart Melting Point 30 apparatus and were uncorrected. Infrared spectra were obtained with a Bruker Vertex 80v spectrophotometer. ^{1}H and ^{13}C NMR spectra were registered a Bruker/Biospin 400 MHz spectrometer operating at 400 MHz using $CDCl_3$ as solvent and tetramethylsilane as internal standard.

2.2. Synthesis of *N*-(5-(*tert*-butyl)-2-hydroxyphenyl)-2-(thiophen-2-yl)acetamide (TBHPT-Ac)

A new compound, *N*-(5-(tert-butyl)-2-hydroxyphenyl)-2-(thiophen-2-yl)acetamide (TBHPT-Ac), was obtained through a two-step synthetic procedure. In the first stage, the acyl chloride derivative of 2-thiopheneacetic acid was prepared in accordance with established procedures described in the literature, with slight changes (Jung & Abrecht, 1988; Çakmak, 2022). In the second stage, the amine derivative (2-amino-4-(*tert*-butyl)phenol) (0.01 mol) was dissolved in 10 mL of THF. Then, trimethylamine (Et_3N) dissolved in THF (1.4 mL) was added dropwise to the reaction medium. The solution was adjusted to a slightly basic pH. The acyl chloride (2-thiopheneacetyl chloride, 0.011 mol) dissolved in THF was then added dropwise to the reaction mixture with stirring. Subsequently, the reaction mixture was stirred at 25 °C for 15 hours. Upon completion of the reaction, the salt byproduct was removed by filtration, and the filtrate was then precipitated by the addition of water. The final product was collected by filtration, thoroughly washed with water, and purified by recrystallization using an appropriate solvent (Mazik et al., 1999; Çakmak et al., 2022). The synthetic route for the new compound (TBHPT-Ac) is shown in Figure 1. Light brown solid, Yield 80 %, m.p. 153-155 °C.

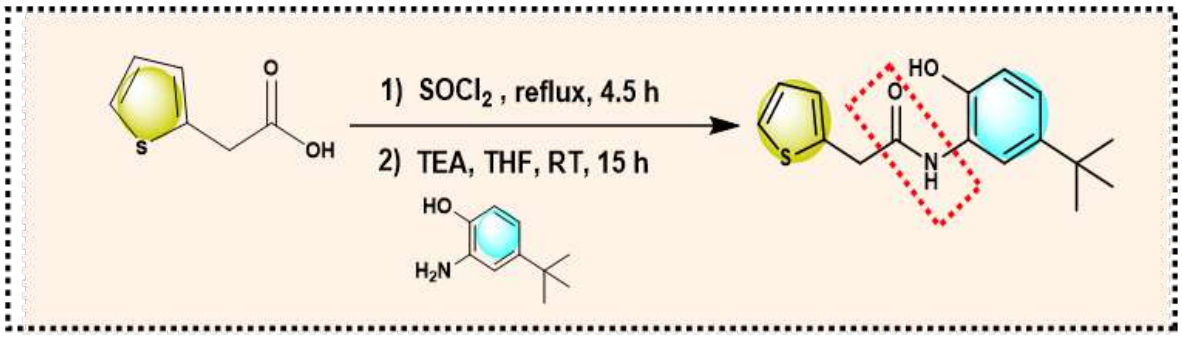


Figure 1. Synthetic route for the new TBHPT-Ac.

2.3. Antioxidant activity

The free radical scavenging activity of the newly synthesized TBHPT-Ac compound was evaluated using DPPH˙ (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) assay (Blois, 1958). In brief, 150 µL of the sample solution at varying concentrations was mixed with 50 µL of a 0.1 mM DPPH˙ solution in a 96-well plate and incubated at room temperature for 30 minutes. The absorbance of the mixture was measured at 517 nm using a BIOTEK Epoch2 microplate reader, and the IC_{50} values (µg/mL) were subsequently determined.

2.4. Statistical Analysis

All experiments were conducted in triplicate, with results reported as the mean ± standard deviation for each measured parameter. The IC_{50} values of different fractions across various antioxidant assays were analyzed using ANOVA, with the least significant difference (LSD) test applied at a significance level of $p < 0.05$.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Vibrational Frequencies

In the spectrum of TBHPT-Ac compound (Fig. 2), it is observed the singlet at 3376 cm-1 indicates N-H stretching vibration and the peak at 1667 cm^{-1} refers to amide carbonyl (Amide I band, C=O). The absorpsiyon band at 3156 cm^{-1}, correspond to O−H stretching vibration. Aliphatic C-H out-of-plane bending (for $C(CH_3)$) vibrations of target compound were observed at 1395 and 1345 cm^{-1}, while aliphatic C-H out-of-plane bending (for $C(CH_3)$) vibrations were

observed at 1259 and 1213 cm^{-1}. The methylene C-H stretching vibrations of the compound gave peaks in the range of 2962-2901cm^{-1} (Çakmak et al, 2022; S. Demir et al., 2015; Williams and Fleming, 1989).

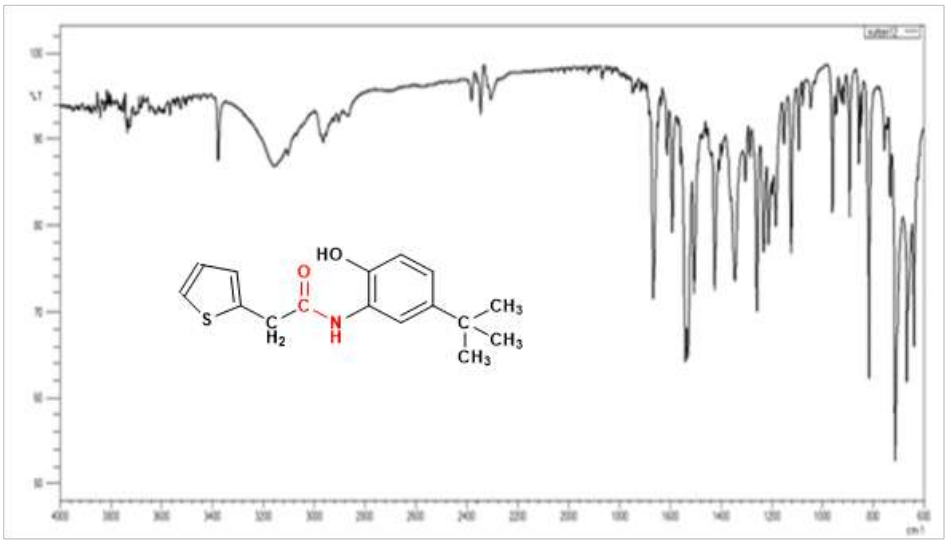
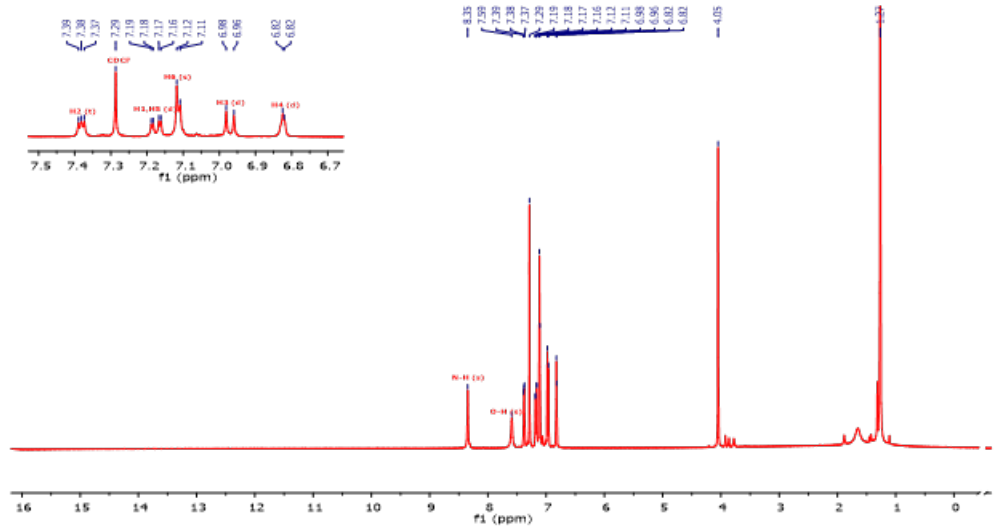


Figure 2. FT-IR spectrum of the TBHPT-Ac.

3.2. ^{1} H NMR Interpretations

The ^{1}H-NMR spectrum of the TBHPT-Ac was acquired using $CDCl_3$ as the solvent. In the compound TBHPT-Ac, the characteristic NH proton appeared as a singlet at 8.35 ppm, while the hydroxyl (OH) proton was observed as a singlet at 7.59 ppm. The peaks between 7.39-7.37 and 7.18-7.17 ppm was assigned to the H2 and H1 protons of the thiophene ring. The doublet peaks at 6.98-6.96 ppm is assigned to the H3 proton of the thiophene ring. The peaks observed as doublets between 7.16-7.12 and 6.80-6.82 ppm are assigned to the H5 and H4 protons of the phenyl ring. Finally, the peak observed as a singlet between 7.29 ppm was assigned to the H6 proton of the phenyl ring. While the aliphatic ($-CH_2$) protons of the compound resonated as singlets at 4.05 ppm, the tertbutyl ($C(CH_3)_3$) protons resonated as singlets at 1.27 ppm (Fig. 3) (Kosar Kırca et al., 2018).



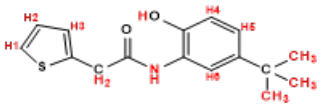


Figure 3. ^{1}H NMR spectrum of the TBHPT-Ac.

3.3. ^{13}C NMR Interpretations

The ^{13}C NMR spectrum of the TBHPT-Ac was attained the in $CDCl_3$. The target compound exhibits 14 distinct carbon environments in its ^{13}C NMR spectrum (Fig. 4). The carbon signal corresponding to the amide carbonyl group (C=O) appeared downfield at 170.04 ppm, representing the lowest-field resonance in the spectrum. The carbons of the thiophene ring (C1-C4) signals appeared at 124.57, 126.45, 128.23 and 134.82 ppm while phenyl ring carbons (C5-C10) were appeared at 127.78, 143.68, 118.95, 124.33, 124.33, 146.32 and 119.43 ppm, respectively. Signals for the aliphatic methylene carbons were observed at 37.60 ppm, while the tert-butyl and methyl carbons resonated at 34.02 ppm and 31.38 ppm, respectively. The structural elucidation, derived from spectroscopic data, shows good agreement with the proposed molecular structure (Çakmak et al., 2016; Balcı, 2000).

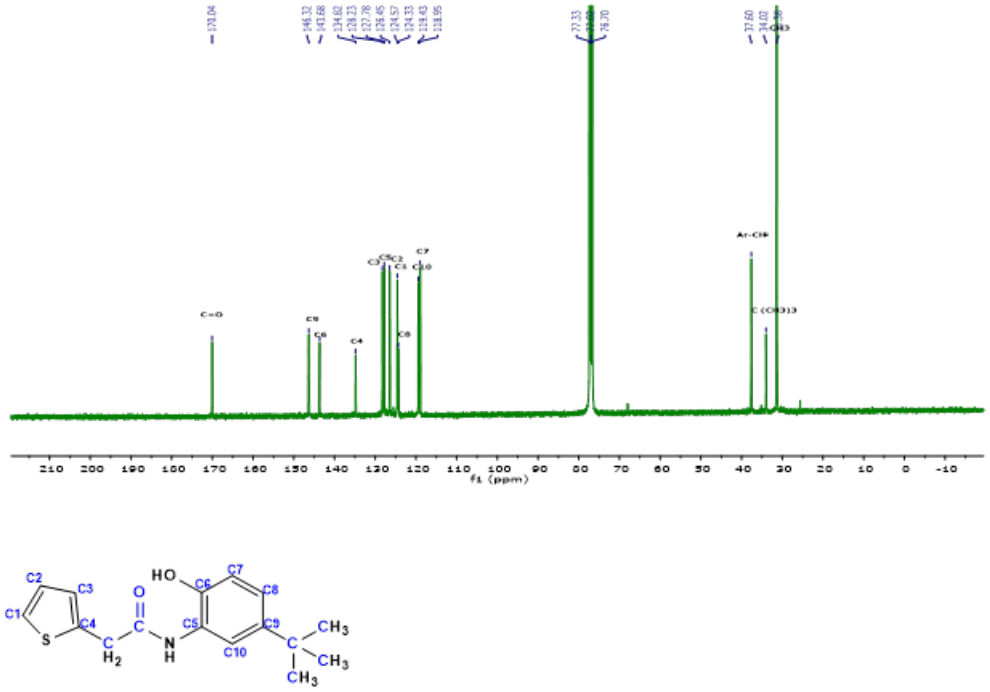


Figure 4. ^{13}C NMR spectrum of the TBHPT-Ac.

3.4. Antioxidant capacity of TBHPT-Ac

The antioxidant activity of TBHPT-Ac was assessed in this study through its DPPH˙ radical scavenging capacity. To compare the antioxidant activities of the tested compound, butylated hydroxyanisole (BHA), *t-butyl*-hydroxyquinone (TBHQ), and α-tocopherol were employed as reference standards.

As shown in Table 1, the free radical scavenging activities of the synthesized compound and standards, based on their IC_{50} values, were ranked in the following order: TBHQ > α-tocopherol > TBHPT-Ac >BHA. According to the results, the synthesized molecule exhibited lower DPPH radical scavenging activity than the positive controls TBHQ and α-tocopherol, but higher activity than BHA. The results indicate that the presence of a hydroxyl group on the benzene ring significantly contributes to antioxidant activity by enhancing free radical stabilization (Chakkaravarthi et al., 2014).

Table 1
The antioxidant activities of the TBHPT-Ac and standards

Compound and standards	**DPPH scavenging activity IC_{50} (µg/mL)[a]**
TBHPT-Ac	18.33±1.14[c]
BHA	22.54±0.24[b]
TBHQ	4.82±0.24[a]
α-tocopherol	10.56±1.66[a]

*Values are expressed as means (n=3), The letters a, b, and care statistically significant indicators.

4. CONCLUSIONS

In the present study, a novel hybrid compound based on an acetamide skeleton, *N*-(5-(tert-butyl)-2-hydroxyphenyl)-2-(thiophen-2-yl)acetamide (TBHPT-Ac), was successfully synthesized. The target compound was obtained in 80% yield through a two-step synthesis. The chemical structure of the synthesized compound was characterized by FT-IR, ^{1}H NMR, and ^{13}C NMR spectroscopic techniques.

The in vitro antioxidant potential of the TBHPT-Ac was assessed using the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) free radical scavenging assay. Evaluation of the target compound's antioxidant activity revealed higher potency than BHA, but lower than TBHQ and α-tocopherol. The antioxidant activity of the synthesized compound is believed to stem from the presence of a thiophene ring and a hydroxyl substituent on the benzene ring within its molecular structure. The amide functional group is also considered to play a key role in enhancing the compound's antioxidant activity. These findings may be valuable for enhancing the biological activities of similar compounds in future studies.

5. REFERENCES

Ahmad, S., Abdul Qadir, M., Ahmed, M., Imran, M., Yousaf, N., Wani, T. A., Zargar, S., Ali, I., & Muddassar, M. (2023). New Acetamide-Sulfonamide-Containing Scaffolds: Antiurease Activity Screening, Structure-Activity Relationship, Kinetics Mechanism, Molecular Docking, and MD Simulation Studies. Molecules, 28(14), 5389.

Autore, G., Caruso, A., Marzocco S., Nicolaus, B., Palladino, C., Pinto, A., Popolo, A., Sinicropi, MS., Tommonaro, G., Saturnino, C. (2010). Acetamide derivatives with antioxidant activity and potential anti-inflammatory activity. Molecules, 23,15(3), 2028-38.

Blois, M. S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, (181), 1199-1200.

Balcı, M. (2000). Nükleer manyetik rezonans spektroskopisi. Ankara, METU PRESS.

Chakkaravarthı, K., Gokulakrıshnan, K., Suman, T., Tamılvendan, D. (2014). Synthe-size, spectral, antimicrobial and antioxidant studies of diamide Mannıch Base derivatives. Int. J. Pharm. Pharm Sci., 6 (1), 4 92–4 95.

Çakmak, Ş., Kutuk, H., Odabasoglu, M., Yakan, H., & Buyukgungor, O. (2016). Spectroscopic properties and preparation of some 2, 3-dimethoxybenzamide derivatives. Letters in Organic Chemistry, 13, 181–194.

Çakmak, Ş., Kansiz, S., Azam, M., Veyisoglu, A., Yakan, H.,, and Min K. (2022). Synthesis, Spectroscopic Characterization, Single-Crystal Structure, Hirshfeld Surface Analysis, and Antimicrobial Studies of 3-Acetoxy-2-methylbenzoic Anhydride. ACS Omega, 7 (20), 17192-17201.

Çakmak, Ş. (2022). Novel diamide derivatives: Synthesis, characterization, urease inhibition, antioxidant, antibacterial, and molecular docking studies. Journal of Molecular Structure, 1261, 132932.

Demir, S., Çakmak, Ş., Dege, N., Kutuk, H., Odabasoglu, M., Kepekci, R.A., (2015). A novel 3-acetoxy-2-methyl-N-(4-methoxyphenyl) benzamide: Molecular structural describe, antioxidant activity with use X-ray diffractions and DFT calculations. J. Mol. Struct. 1100, 582.

Jung M. E., Abrecht, S., (1988). Improved Synthesis of 3- Substituted 7-Methoxybenzofurans, Useful Intermediates for Preparation of Morphine Analogues. J. Org. Chem., 53, 423-425.

Kosar Kırca, B., Çakmak, Ş., Kütük, H., Odabasoglu, M., Buyukgungor, O. (2018). Synthesis and characterization of 3-acetoxy-2-methyl-N-(phenyl)benzamide and3-acetoxy methyl-N-(4-methylphenyl)benzamide. Journal of Molecular Structure, (1151), 191-197.

Mazik, M., Bläser, D., Boese, R. (1999). Hydrogen-bonding motifs in the crystals of secondary diamides with 2-amino-6-methyl- and 2,6-diaminopyridine subunits. Tetrahedron, (55), 12771-12782.

Rani, P., Pal, D., Hegde, RR., Hashim, SR. (2014). Anticancer, anti-inflammatory, and analgesic activities of synthesized 2-(substituted phenoxy) acetamide derivatives. Biomed Res Int., 386473.

Sheikh, AS., Nadeem, H., Khan, MT., Saeed, A., Murtaza, B. (2023). Antibacterial Potential of Novel Acetamide Derivatives of 2-Mercaptobenzothiazole: Synthesis and Docking Studies. ACS Omega, 9, 8(11), 9785-9796.

Williams, D.H., Fleming, I. (1989). Spectroscopic Methods in Organic Chemistry (McGraw-Hill Book Company, London, 35-142.

Zehiroglu, C., Ozturk, Sarikaya, SB. (2019). The importance of antioxidants and place in today's scientific and technological studies. J Food Sci Technol., 56(11), 4757-4774.

ESTIMATING OF PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF SOME ORGANIC COMPOUNDS FOCUSED ON COVID-19 WITH THE HELP OF TOPOLOGICAL COINDEX CALCULATOR POLYNOMIALS

1TOPOLOJİK EŞ-İNDEKS HESAPLAYICI POLİNOMLARININ YARDIMIYLA COVID-19 ODAKLI BAZI ORGANİK BİLEŞİKLERİN FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN TAHMİNİ

Esra ÖZTÜRK SÖZEN[1], Elif ERYAŞAR[2]

[1] Doçent, Sinop Üniversitesi, Cebir ve Sayılar Teorisi,

ORCID numarası: 0000-0002-2632-2193

[2]Araştırma Görevlisi, Sinop Üniversitesi, Cebir ve Sayılar Teorisi,

ORCID numarası: 0000-0002-9852-6662

Özet

Bir graf, belirli nesne çiftleri arasındaki ilişkilerin kenarlarla gösterildiği görsel bir yapıdır. Matematiksel olarak ise bir graf yapısı, (V, E) biçiminde tanımlanır; burada V, elemanlarına köşe noktası (veya düğüm) denilen sonlu bir kümedir, E ise V kümesi üzerinde tanımlı bir ikili ilişkidir ve her biri (u, v) biçiminde olan kenarlardan oluşur. Bir graf yapısı $G = (V, E)$ ya da kısaca G ile temsil edilmektedir. Matematiğin, bilimin ve teknolojinin birçok alanıyla olan ilgisi sayesinde graf teorisine olan ilgi her geçen gün artmaktadır. Kimyasal graf kuramı kapsamında, moleküler bir grafın köşe noktaları atomları, kenarları ise atomlar arasındaki kimyasal bağları temsil etmektedir. Bu bağlamda kullanılan ve oldukça önemli bir hesaplama aracı olan topolojik indisler, moleküler graflardan türetilen ve belirli matematiksel formüllerle hesaplanan sayısal tanımlayıcılardır. Söz konusu indeksler, moleküllerin fizikokimyasal ve biyolojik özelliklerinin nicel olarak değerlendirilmesine olanak sağlar. Bu çalışmada ise, COVID-19 hastalığı için değerlendirilen bazı potansiyel ilaç adayları için eş-polinomlar geliştirilmiştir. Bu polinomların kullanımı, topolojik eş-indekslerin hesaplanmasında karşılaşılan güçlüklerin aşılmasına katkı sağlamakta ve moleküllerin topolojik yapıları hakkında daha derinlemesine analiz yapılmasına imkân tanımaktadır. Analizler sonucunda elde edilen veriler, ilgili moleküllerin belirli fizikokimyasal özelliklerinin incelenmesi amacıyla QSPR (nicel yapı–özellik ilişkisi) modellemesi kapsamında eğrisel regresyon analizi ile değerlendirilmiştir. Eğri uydurma sonuçları, elde edilen topolojik tanımlayıcıların, gelecekte yapılacak ilaç tasarımı çalışmalarında etkili birer araç olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Topolojik eş-indeks, CoM-polinomu, kimyasal graf teorisi

Abstract

A graph is an image-based representation of a set of objects where links connect some pairs of objects. A graph is a pair (V, E), where V is a finite set and E is a binary relation on V. V is called a vertex set whose elements are called vertices. E is a collection of edges, where an edge is a pair (u, v) with $u, v \in V$. A graph structure can be represented by $G = (V, E)$ or simply G. Each day, the interest in graph theory continues to grow, thanks to its relevance in multiple areas of mathematics, science, and technology. In chemical graph theory, in a molecular graph atoms correspond to vertices, and bonds linking atoms correspond to edges. Topological indices are essential computational tools within chemical graph theory. These parameters represent quantitative measures derived from molecular graphs and are calculated using established mathematical formulas. The descriptors obtained facilitate the evaluation of the physicochemical and bioactivity properties of molecules. In this study, we develop co-polynomials for several drug candidates evaluated for COVID-19. Utilizing these polynomials helps overcome the challenges associated with calculating topological coindices and provides insights into the topological properties of a molecule. Following the analysis, the collected data is examined in QSPR modeling through curvilinear regression analysis to explore specific physicochemical characteristics of the related medications. The curve fitting results indicate that the relevant topological descriptors may effectively assist researchers in the design of future medications.

Keywords: Topological coindex, CoM-polynomial, chemical graph theory

1. INTRODUCTION

In December 2019, a virus known as COVID-19 appeared in Wuhan, China. (Tay et al., 2020). Coronaviruses, being RNA viruses, have the ability to mutate more frequently than DNA viruses in order to ensure their survival. This scenario leads to achieving longer-term disease control. Even exposure to the virus may lead to fatal outcomes for patients. Previous outbreaks, such as SARS and MERS, have highlighted the significant impact of this virus. Current research studies are focusing on SARS-CoV viruses in the medical literature (Ghosh et al., 2020; Pillaiyar et al., 2016). Due to its limited impact on primarily East Asian countries and relatively brief duration, research efforts to develop treatments in this area were not pursued. However, had this research been continued, it might have influenced the course of the current pandemic. This novel coronavirus is commonly referred to as SARS-CoV-2 in medical literature due to its genetic resemblance to the SARS-CoV virus, which emerged in Hong Kong in 2003 (World Health Organization, 2022). Developing broad-spectrum antiviral drugs is crucial in the absence of a specific medication for SARS-CoV-2. While lopinavir, ritonavir, and favipiravir are among the drugs employed to combat the COVID-19 outbreak, it remains essential to continue advancing treatment options.

In chemical graph theory, in a molecular graph atoms correspond to vertices, and bonds linking atoms correspond to edges. Topological indices play a crucial role in chemical graph theory, serving as quantitative parameters derived from molecular graphs through mathematical formulas. By leveraging them, it becomes probable to ascertain the physicochemical and bioactivity features of compounds. Due to these advantages, topological indices are widely favored in various fields, espacially in computer-aided drug design. There exists a myriad of

topological indices, among which the primary ones include the Wiener, Zagreb, Randic, Balaban, Hosoya, and Forgotten topological indices (Hosoya, 2019; Oz and Cangul, 2022; Todeschini and Consonni, 2008).

The complement of a graph G signed by $\overline{G}$ (Trinajstić, 2018). In recent years, researchers have began to consider the non-adjacent pairs of vertices. This has led to the development of new topological descriptors, which are referred to as coindices. As an illustration, Doslic defined the Zagreb coindices of a graph in the following manner:

$$\overline{M_1}(G) = \sum_{v_1v_2 \in E(G)} d(v_1) + d(v_2)$$

$$\overline{M_2}(G) = \sum_{v_1v_2 \in E(G)} d(v_1)d(v_2).$$

The following coindices are introduced: multiplicative Zagreb coindices (Xu at al., 2013), Forgotten topological coindex (De at al., 2016), Second modified Zagreb coindex, Redefined third Zagreb coindex, Randic coindex, Inverse Randic coindex, Symmetric division coindex, Harmonic coindex, Inverse sum indeg coindex, Augmented Zagreb coindex (Kirmani et al., 2022).

In 2015 and 2021, the challenges associated with computing topological descriptors led to the development of M-polynomials (Deutsch et al., 2022). In (Kirmani et al., 2022), Kirmani et al. defined the CoM-polynomials, which considers the complement graph (Berhe and Wang, 2019).

In this research, we are motivated to address nine neighborhood-based coindices given in Table 3. Additionally, we examine CoM-polynomials, considering non-adjacent pairs of vertices. By using these polynomials, we compute the values of specified topological indices to model the molecular graph structures of related six analogues nominees (Rafi et al., 2022) for Lopinavir, Favipiravir and Ritonavir for COVID-19. In the initial phase, we construct the CoM-polynomial of each compound and compute the topological coindices (Table 4). Subsequently, in alignment with the approach outlined in reference (Çolakoğlu, 2022), we examine the relationship between the computed topological coindices and a range of physicochemical properties (including enthalph of vaporization (E), flash point (FP), molar refractivity (MR), polarizability (P), surface tension (T), molar volume (MV)) of molecules sourced from PubChem using curvilinear regression. Our approach involves the application of curvelinear regression analyses to facilitate QSPR modeling. Strong correlation coefficients observed provide compelling evidence that these topological coindices may serve as valuable tools for the development of future antiviral medications by the scientific community.

2. MATERIALS AND METHODS

The definition of a CoM-polynomial is as follows (Berhe and Wang, 2019):

$$CoM(G; x, y) = \overline{M}(G; x, y) = \sum_{i \leq j} \overline{m}_{ij}(G) x^i y^j$$

where $\bar{m}_{ij}$, $i, j \geq 1$, be the number of edges $uv \notin E(G)$ such that $(d(u), d(v)) = (i, j)$. In this section, we now enumerate the associated notations utilized.

$$n_i = |V_i| \; for \; V_i = \{v \in V(G): d(v) = i\}$$

$$m_{ij} = |E_{ij}|$$

$$E_{ij} = \{ uv \in E(G): d(u) = i \; and \; d(v) = j\}$$

$$\bar{m}_{ij} = |\bar{E}_{ij}| \; for \; \bar{E}_{ij} = \{uv \in E(\bar{G}): d(u) = i \text{ and } d(v) = j\}$$

Lemma 1 (see from (Berhe and Wang, 2019)) For a connected graph, the following statement holds.

$$\bar{m}_{ij} = |\bar{E}_{ij}| = \begin{cases} \dfrac{n_i(n_i - 1)}{2} - m_{ii} & , i = j \\ n_i n_j - m_{ij} & , i < j \end{cases}.$$

Our database includes a detailed breakdown of drug properties (Table 1) and molecules taken from (PubChem), (Çolakoğlu, 2022), respectively (see Table 2).

Table 1. The physicochemical features of several drug candidates aimed at treating COVID-19.

PubChem ID	Formula	E	FP	MR	P	T	MV
CID71749833 (Compound 1)	$C_{37}H_{40}D_8N_4O_5$	140.8	512.7	179.2	71	49.5	540.5
CID10009410 (Compound 2)	$C_{37}H_{47}FN_4O_5$	141.1	513.7	179.2	71	49	544.7
CID44271905 (Compound 3)	$C_{37}H_{48}N_4O_5$	140.8	512.7	179.2	71	49.5	540.5
CID3010243 (Compound 4)	$C_{36}H_{46}N_4O_5$	140	509.5	174.6	69.2	50.5	522.7
CID44271958 (Compound 5)	$C_{35}H_{44}N_4O_5$	138.9	505.1	169.5	67.2	50.9	507.9
CID89869520 (Compound 6)	$C_6H_6FN_3O_2$	63.2	185.5	41.3	16.4	72.9	110

Table 2. A variety of analogue medications and graph illustrations.

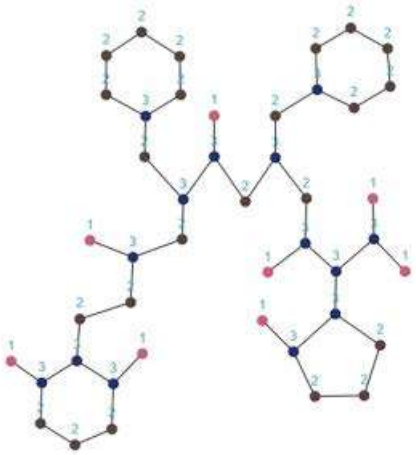
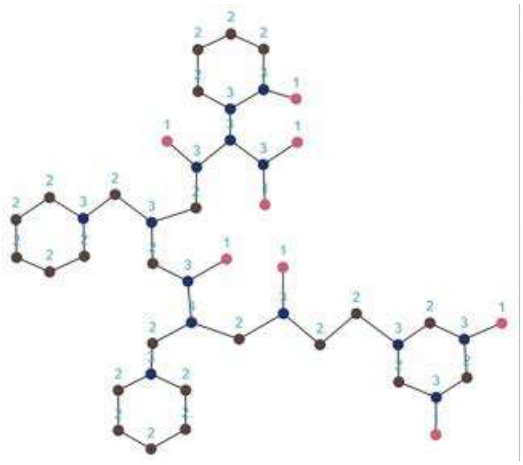
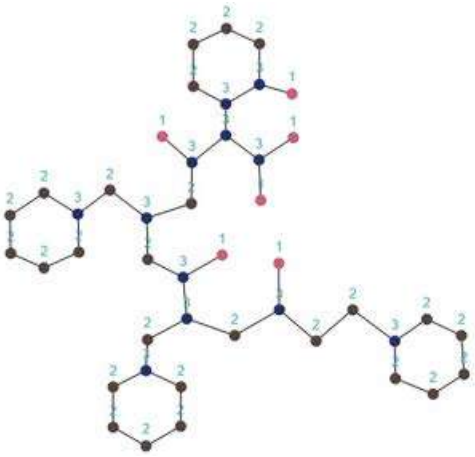
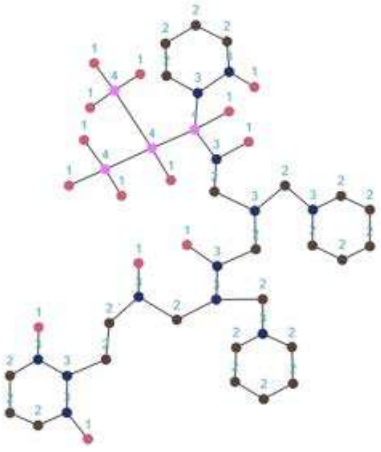
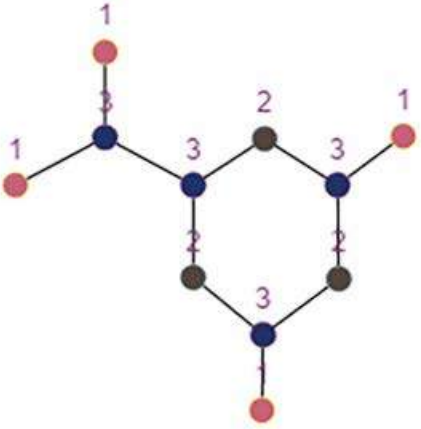
 **CID3010243**	 **CID10009410**
 **CID44271905**	 **CID44271958**
 **CID71749833**	 **CID89869520**

Table 3 Topological coindices

Topological Coindex	Formula	Derivation from h$(x, y) = CoM(G; x, y)$
$\overline{M_1}$	$\sum_{uv \in E(G)} [d(u) + d(v)]$	$(D_x + D_y)(h(x,y))_{x=y=1}$
$\overline{M_2}$	$\sum_{uv \in E(G)} [d(u)\,d(v)]$	$(D_x D_y)(h(x,y))_{x=y=1}$
$\overline{mM_2}$	$\sum_{uv \in E(G)} \frac{1}{[d(u)\,d(v)]}$	$(S_x S_y)(h(x,y))_{x=y=1}$
$\overline{RezG_3}$	$\sum_{uv \in E(G)} \left(d(u)d(v)\right)[d(u) + d(v)]$	$(D_x D_y)(D_x + D_y)(h(x,y))_{x=y=1}$
$\overline{F}$	$\sum_{uv \in E(G)} [d(u)^2 + d(v)^2]$	$(D_x{}^2 + D_y{}^2)(h(x,y))_{x=y=1}$
$\overline{SDD}$	$\sum_{uv \in E(G)} \frac{[d(u)^2 + d(v)^2]}{[d(u)\,d(v)]}$	$(D_x S_y + S_x D_y)(h(x,y))_{x=y=1}$
$\overline{H}$	$\sum_{uv \in E(G)} \frac{2}{[d(u)\,d(v)]}$	$(2S_x J)(h(x,y))_{x=1}$
$\overline{I}$	$\sum_{uv \in E(G)} \frac{[d(u) + d(v)]}{[d(u)\,d(v)]}$	$(S_x J D_x D_y)(h(x,y))_{x=1}$
$\overline{A}$	$\sum_{uv \in E(G)} \frac{[d(u)\,d(v)]}{[d(u) + d(v) - 2]^3}$	$(S_x{}^3 Q_{-2} J D_x{}^3 D_y{}^3)(h(x,y))_{x=1}$

where

$$D_x = x\frac{\partial(h(x,y))}{\partial x} \quad S_x = \int_0^x \frac{h(t,y)}{t}dt \quad J(h(x,y)) = h(x,x)$$

$$D_y = y\frac{\partial(h(x,y))}{\partial y} \quad S_y = \int_0^y \frac{h(x,t)}{t}dt \quad Q_k(h(x,y)) = x^k h(x,y).$$

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Computing Graph-Parametric Coindices via CoM-Polynomials

Within this section, we acquire CoM-polynomials for various COVID-19 drug candidates through the implementation of both edge and vertex partition techniques, as well as non-edge counting techniques.

Theorem 1. The CoM- polynomial of Compound 1 is as follows:

$CoM(x,y) = 162xy^3 + 48xy^4 + 262x^2y^2 + 268x^2y^3 + 62x^3y^3 + 46x^3y^4 + 3x^4y^4$.

Proof. $|V| = 54, |E| = 57$ by the molecular graph of CID71749833 Using the partition of edges and vertices:

$E_{13} = \{uv \in E: d(u) = 1, d(v) = 3\}$

$E_{14} = \{uv \in E: d(u) = 1, d(v) = 4\}$

$E_{22} = \{uv \in E: d(u) = 2, d(v) = 2\}$

$E_{23} = \{uv \in E: d(u) = 2, d(v) = 3\}$

$E_{33} = \{uv \in E: d(u) = 3, d(v) = 3\}$

$E_{34} = \{uv \in E: d(u) = 3, d(v) = 4\}$

$E_{44} = \{uv \in E: d(u) = 4, d(v) = 4\}$

and

$n_1 = 14,\ n_2 = 24,\ n_3 = 12,\ n_4 = 4$

by Lemma 1 it follows that

$|E_{13}| = m_{13} = 6$ and $\overline{m_{13}} = n_1n_3 - m_{13} = 14.12 - 6 = 162$

$|E_{14}| = m_{14} = 8$ and $\overline{m_{14}} = n_1n_4 - m_{14} = 14.4 - 8 = 48$

$|E_{22}| = m_{22} = 14$ and $\overline{m_{22}} = \frac{n_2(n_2-1)}{2} - m_{22} = \frac{24.23}{2} - 14 = 262$

$|E_{23}| = m_{23} = 20$ and $\overline{m_{23}} = n_2n_3 - m_{23} = 24.12 - 20 = 268$

$|E_{33}| = m_{33} = 4$ and $\overline{m_{33}} = \frac{n_3(n_3-1)}{2} - m_{33} = \frac{12.11}{2} - 4 = 62$

$|E_{34}| = m_{34} = 2$ and $\overline{m_{34}} = n_3n_4 - m_{34} = 12.4 - 2 = 46$

$|E_{44}| = m_{44} = 3$ and $\overline{m_{44}} = \frac{n_4(n_4-1)}{2} - m_{44} = \frac{4.3}{2} - 3 = 3$

Hence,

$CoM(x,y) = \sum_{i\leq j} \overline{m_{ij}} x^i y^i = \overline{m_{13}} xy^3 + \overline{m_{14}} xy^4 + \overline{m_{22}} x^2y^2 + \overline{m_{23}} x^2y^3 + \overline{m_{33}} x^3y^3 + \overline{m_{34}} x^3y^4 + \overline{m_{44}} x^4y^4 = 162xy^3 + 48xy^4 + 262x^2y^2 + 268x^2y^3 + 62x^3y^3 + 46x^3y^4 + 3x^4y^4$
is got. ■

Thanks to Theorem 1 and Table 3 we can compute different topological coindices based on the degree for CID71749833 in the provided proposition.

Proposition 1. The topological coindices of Compound 1 are as follows,

$\overline{M_1} = 3994 \quad \overline{M_2} = 3548 \quad \overline{mM_2} = 187.076$

$\overline{RezG_3} = 22732 \quad \overline{F} = 10378 \quad \overline{SDD} = 2074.5$

$\overline{H} = 372.959 \quad \overline{I} = 921.357 \quad \overline{A} = 60974.539$.

Proof.

$(D_x + D_y)(f(x,y)) = 162xy^3 + 48xy^4 + 262x^2y^2 + 268x^2y^3 + 62x^3y^3 + 46x^3y^4 + 3x^4y^4$

$(D_xD_y)(f(x,y)) = 486xy^3 + 192xy^4 + 1048x^2y^2 + 1608x^2y^3 + 558x^3y^3 + 552x^3y^4 + 48x^4y^4$

$(S_xS_y)(f(x,y)) = 54xy^3 + 12xy^4 + \frac{131}{2}x^2y^2 + \frac{134}{3}x^2y^3 + \frac{62}{9}x^3y^3 + \frac{23}{6}x^3y^4 + \frac{3}{16}x^4y^4$

$(D_xD_y)(D_x + D_y)\big(f(x,y)\big) = 1944xy^3 + 960xy^4 + 4192x^2y^2 + 8040x^2y^3 + 3348x^3y^3 + 3864x^3y^4 + 384x^4y^4$

$({D_x}^2 + {D_y}^2)\big(f(x,y)\big) = 1620xy^3 + 816xy^4 + 2096x^2y^2 + 3484x^2y^3 + 1116x^3y^3 + 1150x^3y^4 + 96x^4y^4$

$(D_xS_y + S_xD_y)\big(f(x,y)\big) = \frac{1620}{3}xy^3 + 204xy^4 + 524x^2y^2 + \frac{1742}{3}x^2y^3 + 124x^3y^3 + \frac{575}{6}x^3y^4 + 6x^4y^4$

$2S_xJ = 214x^4 + \frac{632}{5}x^5 + \frac{62}{3}x^6 + \frac{92}{7}x^7 + \frac{3}{4}x^8$

$(S_xJD_xD_y)\big(f(x,y)\big) = \frac{767}{2}x^4 + 360x^5 + 93x^6 + \frac{552}{7}x^7 + 6x^8$

$({S_x}^3\, Q_{-2} J {D_x}^3 {D_y}^3)\big(f(x,y)\big) = \frac{458542}{8}x^2 + \frac{60960}{27}x^3 + \frac{45198}{64}x^4 + \frac{79488}{125}x^5 + \frac{12288}{216}x^6$

Hence, $\overline{M_1} = 3994$, $\overline{M_2} = 3548$, $\overline{mM_2} = 187.076$, $\overline{RezG_3} = 22732$, $\overline{F} = 10378$, $\overline{SDD} = 2074.5$, $\overline{H} = 372.959$, $\overline{I} = 921.357$, $\overline{A} = 60974.539$. ■

Theorem 2. The CoM- polynomial of Compound 2 is as follows:

$CoM(x,y) = 126xy^3 + 241x^2y^2 + 323x^2y^3 + 98x^3y^3$.

Proof. $|V| = 47$ and $|E| = 50$ by the molecular graph of CID10009410. By using the partition of vertices and edges, $m_{13} = 9,\ m_{22} = 12,\ m_{23} = 22,\ m_{33} = 7$ and $n_1 = 9,\ n_2 = 23,\ n_3 = 15.$ It follows that $\overline{m_{13}} = 126,\ \overline{m_{22}} = 241,\ \overline{m_{23}} = 323,\ \overline{m_{33}} = 98$ by Lemma 1. Hence, $CoM(x,y) = 126xy^3 + 241x^2y^2 + 323x^2y^3 + 98x^3y^3$. ■

Proposition 2. The topological coindices of Compound 2 are as follows:

$\overline{M_1} = 3671 \quad \overline{M_2} = 4162 \quad \overline{mM_2} = 166.972$

$\overline{RezG_3} = 20350 \quad \overline{F} = 7426 \quad \overline{SDD} = 1797.833$

$\overline{H} = 345.366 \quad \overline{I} = 870.1 \quad \overline{A} = 6053.531$.

Theorem 3. The CoM-polynomial of Compound 3 is as follows:

$CoM(x,y) = 104xy^3 + 264x^2y^2 + 312x^2y^3 + 86x^3y^3.$

Proof. $|V| = 46$ and $|E| = 49$ by the molecular graph of CID44271905. Using the partitions of edges and vertices $m_{13} = 8,\ m_{22} = 12,\ m_{23} = 24,\ m_{33} = 5$ and $n_1 = 8,\ n_2 = 24, n_3 = 14.$ It follows that $\overline{m_{13}} = 104,\ \overline{m_{22}} = 312,\ \overline{m_{23}} = 323,\ \overline{m_{33}} = 86$ by Lemma 1. Hence, $CoM(x,y) = 104xy^3 + 264x^2y^2 + 312x^2y^3 + 86x^3y^3$. ■

Proposition 3. The topological coindices of Compound 3 are as follows:

$\overline{M_1} = 3548 \quad \overline{M_2} = 4014 \quad \overline{mM_2} = 162.222$

$\overline{RezG_3} = 19476 \quad \overline{F} = 8756 \quad \overline{SDD} = 1722.666$

$\overline{H} = 351.8 \quad \overline{I} = 845.4 \quad \overline{A} = 5938.593$.

Theorem 4. The CoM- polynomial of Compound 4 is as follows:

$CoM(x,y) = 104xy^3 + 240x^2y^2 + 302x^2y^3 + 84x^3y^3.$

Proof. $|V| = 45$ and $|E| = 48$ by the molecular graph of CID3010243. Using the partitions of edges and vertices $m_{13} = 8,\ m_{22} = 13,\ m_{23} = 20,\ m_{33} = 7$ and $n_1 = 8,\ n_2 = 23,\ n_3 = 14.$ It follows that $\overline{m_{13}} = 104,\ \overline{m_{22}} = 240,\ \overline{m_{23}} = 302,\ \overline{m_{33}} = 84$ by Lemma 1. Hence, $CoM(x,y) = 104xy^3 + 240x^2y^2 + 302x^2y^3 + 84x^3y^3$. ■

Proposition 4. The topological coindices of Compound 4 are as follows:

$\overline{M_1} = 3390 \quad \overline{M_2} = 3840 \quad \overline{mM_2} = 154.333$

$\overline{RezG_3} = 18684 \quad \overline{F} = 8398 \quad \overline{SDD} = 1649$

$\overline{H} = 320.8 \quad \overline{I} = 806.4 \quad \overline{A} = 5643.813$.

Theorem 5. The CoM- polynomial of Compound 5 is as follows:

$CoM(x,y) = 66xy^3 + 309x^2y^2 + 292x^2y^3 + 61x^3y^3.$

Proof. $|V| = 44$ and $|E| = 47$ by the molecular graph of CID44271958. Using the partitions of edges and vertices, $m_{13} = 6,\ m_{22} = 16,\ m_{23} = 20,\ m_{33} = 5$ and $n_1 = 6,\ n_2 = 26, n_3 = 12.$ It follows that $\overline{m_{13}} = 66,\ \overline{m_{22}} = 309,\ \overline{m_{23}} = 292,\ \overline{m_{33}} = 61$ by Lemma 1. Hence, $CoM(x,y) = 66xy^3 + 309x^2y^2 + 292x^2y^3 + 61x^3y^3$. ■

Proposition 5. The topological coindices of Compound 5 are as follows:

$\overline{M_1} = 3326$ $\overline{M_2} = 3735$ $\overline{mM_2} = 154.694$

$\overline{RezG_3} = 17790$ $\overline{F} = 6754$ $\overline{SDD} = 1592.666$

$\overline{H} = 324.633$ $\overline{I} = 800.4$ $\overline{A} = 5725.578$.

Theorem 6. The CoM- polynomial of Compound 6 is as follows:

$CoM(x,y) = 5xy^3 + 6x^2y^3 + 7x^3y^3$.

Proof. $|V| = 12$ and $|E| = 12$ by the molecular graph of CID9869520. Using the partitions of edges and vertices $m_{13} = 5,\ m_{23} = 4,\ m_{33} = 3$ and $n_1 = 5, n_2 = 2,\ n_3 = 5.$ It follows that $\overline{m_{13}} = 5,\ \overline{m_{23}} = 6,\ \overline{m_{33}} = 7$ by Lemma 1. Hence, $CoM(x,y) = 65xy^3 + 6x^2y^3 + 7x^3y^3$. ■

Proposition 6. The topological coindices of Compound 6 are as follows:

$\overline{M_1} = 92$ $\overline{M_2} = 114$ $\overline{mM_2} = 3.444$

$\overline{RezG_3} = 618$ $\overline{F} = 206$ $\overline{SDD} = 43.667$

$\overline{H} = 7.233$ $\overline{I} = 21.45$ $\overline{A} = 144.640$

Table 4. The values of topological coindices.

PubChem ID	$\overline{M_1}$	$\overline{M_2}$	$\overline{mM_2}$	$\overline{Rez(G_3)}$	$\overline{F}$	$\overline{SDD}$	$\overline{H}$	$\overline{I}$	$\overline{A}$
CID71749833	3994	3548	187.076	22732	10378	2074.5	372.959	921.357	60974.53
CID10009410	3671	4162	166.972	20350	7426	1797.833	345.366	870.1	6053.531
CID44271905	3548	4014	162.222	19476	8756	1722.666	351.8	845.4	5938.593
CID3010243	3390	3840	154.333	18684	8398	1649	320.8	806.4	5643.813
CID44271958	3326	3735	154.694	17790	6754	1592.666	324.633	800.4	5725.578
CID89869520	92	114	3.444	618	206	43.667	7.233	21.45	144.640

3.2. QSPR Analysis

Based on the bolded correlation values in Table 5 and Table 7, we have identified the topological coindices that have the strongest impact on physicochemical features. Using

curvelinear regression, we have developed mathematical equations that relate these properties to the coindices and have determined the optimal estimation coefficients A, B and C as presented in Table 6 and Table 8-13. Finally, we have plotted the most accurate curvilinear regression models between the coindices and physicochemical features of the related compouns in Table 14, providing both fitting and predictive capabilities.

Table 5. The correlation coefficient R obtained by linear regression.

Coindex-Prop	E	FP	MR	P	T	MV
$\overline{M_1}$	0.989	0.989	0.993	0.993	−0.993	0.993
$\overline{M_2}$	0.991	0.991	0.991	0.991	−0.992	0.991
$\overline{mM_2}$	0.208	0.208	0.226	0.226	−0.220	0.227
$\overline{RezG_3}$	0.981	0.981	0.986	0.986	−0.986	0.987
$\overline{F}$	0.941	0.941	0.950	0.950	−0.945	0.949
$\overline{SDD}$	0.976	0.976	0.981	0.981	−0.981	0.982
$\overline{H}$	0.993	**0.993**	0.995	0.995	−0.995	**0.996**
$\overline{I}$	**0.994**	**0.993**	**0.996**	**0.996**	**−0.996**	**0.996**
$\overline{A}$	0.303	0.303	0.320	0.320	−0.315	0.321

Table 6. Statistical parameters for linear regression.

Prop.-Coindex	R^2	SE	F	A	B
E- $\overline{I}$	0.987	3.977	309.589	62.166	0.092
FP- $\overline{H}$	0.985	18.085	265.672	183.108	0.952
FP- $\overline{I}$	0.987	16.910	304.453	181.179	0.387
MR- $\overline{I}$	0.992	5.458	508.572	38.960	0.162
P- $\overline{I}$	0.992	2.169	505.218	15.477	0.064
T- $\overline{I}$	0.992	0.918	522.583	73.308	−0.028
MV- $\overline{H}$	0.991	17.825	464.465	104.710	1.241
MV- $\overline{I}$	0.993	16.236	560.648	102.272	0.505

$E = 62.166 + 0.092\bar{I}$

$FP = 183.108 + 0.952\bar{H}$

$FP = 181.179 + 0.387I$

$MR = 38.960 + 0.162\bar{I}$

$P = 15.477 + 0.064\bar{I}$

$T = 73.308 - 0.028\bar{I}$

$MV = 104.710 + 1.241\bar{H}$

$MV = 102.272 + 0.505\bar{I}$

Table 7. The correlation coefficient R via quadratic regression.

Coindex-Prop	E	FP	MR	P	T	MV
$\overline{M_1}$	**1**	**1**	**0. 999**	**0. 999**	0.999	**0. 999**
$\overline{M_2}$	**1**	**1**	0.998	0.998	0.997	0.997
$\overline{mM_2}$	0.208	0.208	0.226	0.226	0.220	0.227
$\overline{RezG_3}$	**1**	**1**	**0. 999**	**0. 999**	0.999	0.999
$\overline{F}$	0.999	0.999	**0. 999**	**0. 999**	0.997	0.998
$\overline{SDD}$	**1**	**1**	**0. 999**	**0. 999**	0.999	**0. 999**
$\overline{H}$	**1**	**1**	**0. 999**	**0. 999**	0.999	**0. 999**
$\bar{I}$	**1**	**1**	**0. 999**	**0. 999**	0.999	**0. 999**
$\overline{A}$	0.999	0.999	**0. 999**	**0. 999**	**1**	**0. 999**

Table 8. The statistical parameters for the quadratic regression used to predict enthalpy of vaporization.

Prop.-Coindex	R^2	SE	F	A	B	C
E- $\overline{M_1}$	1	0.418	14192.981	59.364	0.042	−5.358
E- $\overline{M_2}$	0.999	1.153	1863.542	58.627	0.041	−4.999
E- $\overline{RezG_3}$	1	0.116	184879.707	58.459	0.008	−1.799
E- $\overline{SDD}$	1	0.189	69482.606	59.498	0.086	2.214

E- $\overline{H}$	1	0.634	6166.249	60.072	0.437	−0.001
E- $\bar{I}$	1	0.526	8952.580	59.466	0.176	−9.370

$$E = 59.364 + 0.042\overline{M_1} - 5.358\overline{M_1}^2$$

$$E = 58.627 + 0.041\overline{M_2} - 4.999\overline{M_2}^2$$

$$E = 58.459 + 0.008\overline{RezG_3} - 4.999\overline{RezG_3}^2$$

$$E = 59.498 + 0.0861\overline{SDD} - 2.214\overline{SDD}^2$$

$$E = 60.072 + 0.437\overline{H} - 0.001\overline{H}^2$$

$$E = 59.466 + 0.176\bar{I} - 9.370\bar{I}^2$$

Table 9. The statistical parameters for the quadratic regression used to predict flash point.

Prop.-Coindex	R^2	SE	F	A	B	C
FP- $\overline{M_1}$	1	1.570	17893.144	169.275	0.178	−2.280
FP- $\overline{M_2}$	0.999	4.635	2051.313	166.135	0.173	−2.130
FP- $\overline{RezG_3}$	1	0.381	304096.119	165.466	0.033	−7.624
FP- $\overline{F}$	0.998	7.632	755.601	169.966	0.079	−4.427
FP- $\overline{SDD}$	1	0.716	86094.471	169.870	0.362	−9.371
FP- $\overline{H}$	1	2.472	7215.332	172.262	1.848	−0.003
FP- $\bar{I}$	1	2.030	10695.539	169.687	0.745	0

$$FP = 169.275 + 0.178\overline{M_1} - 2.280\overline{M_1}^2$$

$$FP = 166.135 + 0.173\overline{M_2} - 2.130\overline{M_2}^2$$

$$FP = 165.466 + 0.033\overline{RezG_3} - 7.624\overline{RezG_3}^2$$

$$FP = 169.966 + 0.0792\overline{F} - 4.427\overline{F}^2$$

$$FP = 169.870 + 0.362\overline{SDD} - 9.371\overline{SDD}^2$$

$$FP = 172.262 + 1.848\overline{H} - 0.003\overline{H}^2$$

$$FP = 169.687 + 0.745\bar{I}$$

Table 10. The statistical parameters for the quadratic regression used to predict molar refractivity.

Prop.-Coindex	R^2	SE	F	A	B	C
MR- $\overline{M_1}$	0.998	2.896	909.214	35.246	0.066	−7.320
MR- $\overline{RezG_3}$	0.999	2.404	1319.419	33.589	0.013	−2.634
MR- $\overline{F}$	0.997	3.747	542.350	34.991	0.032	−1.693
MR- $\overline{SDD}$	0.999	2.685	1057.399	35.158	0.141	−3.366
MR- $\overline{H}$	0.998	3.048	820.532	36.555	0.659	−0.001
MR- $\overline{I}$	0.998	2.953	874.196	35.665	0.264	0
MR- $\overline{A}$	0.998	2.986	854.993	37.607	0.026	−3.803

$$MR = 35.246 + 0.066\overline{M_1} - 7.320\overline{M_1}^2$$

$$MR = 33.589 + 0.013\overline{RezG_3} - 2.634\overline{RezG_3}^2$$

$$MR = 34.991 + 0.032\overline{F} - 1.693\overline{F}^2$$

$$MR = 35.158 + 0.141\overline{SDD} - 3.366\overline{SDD}^2$$

$$MR = 36.555 + 0.659\overline{H} - 0.001\overline{H}^2$$

$$MR = 35.665 + 0.264\overline{I}$$

$$MR = 37.607 + 0.026\overline{A} - 3.803\overline{A}^2$$

Table 11. The statistical parameters for the quadratic regression used to predict surface tension.

Prop.-Coindex	R^2	SE	F	A	B	C
T- $\overline{A}$	0.999	0.340	1919.116	73.550	−0.004	6.486

Table 12. The statistical parameters for the quadratic regression used to predict polarity.

Prop.-Coindex	R^2	SE	F	A	B	C
P- $\overline{M_1}$	0.998	1.132	932.939	13.998	0.026	−2.912
P- $\overline{RezG_3}$	0.999	0.937	1361.589	13.342	0.005	−1.047
P- $\overline{F}$	0.997	1.473	550.058	13.900	0.013	−6.698
P- $\overline{SDD}$	0.999	1.047	1090.249	13.965	0.056	−1.337
P- $\overline{H}$	0.998	1.193	839.164	14.516	0.262	0
P- $\overline{I}$	0.998	1.156	895.080	14.162	0.105	−4.563
P- $\overline{A}$	0.998	1.173	868.332	14.939	0.010	−1.507

$$P = 13.998 + 0.026\overline{M_1} - 2.912\overline{M_1}^2$$

$$P = 13.342 + 0.005\overline{RezG_3} - 1.047\overline{RezG_3}^2$$

$$P = 13.900 + 0.013\overline{F} - 6.698\overline{F}^2$$

$$P = 13.965 + 0.056\overline{SDD} - 1.337\overline{SDD}^2$$

$$P = 14.516 + 0.262\overline{H}$$

$$P = 14.162 + 0.105\overline{I} - 4.563\overline{I}^2$$

$$P = 14.939 + 0.010\overline{A} - 1.507\overline{A}^2$$

Table 13. The statistical parameters for the quadratic regression model used to predict molar volume.

Prop.-Coindex	R^2	SE	F	A	B	C
MV- $\overline{M_1}$	0.998	10.705	647.947	91.571	0.201	−2.142
MV- $\overline{SDD}$	0.998	10.296	700.577	91.010	0.433	0
MV- $\overline{H}$	0.997	11.165	595.592	95.665	1.988	−0.002
MV- $\overline{I}$	0.998	10.610	659.614	93.125	0.790	0
MV- $\overline{A}$	0.998	9.206	876.647	98.179	0.081	−1.189

$$MV = 91.571 + 0.201\overline{M_1} - 2.142\overline{M_1}^2$$

$$MV = 91.010 + 0.433\overline{SDD}$$

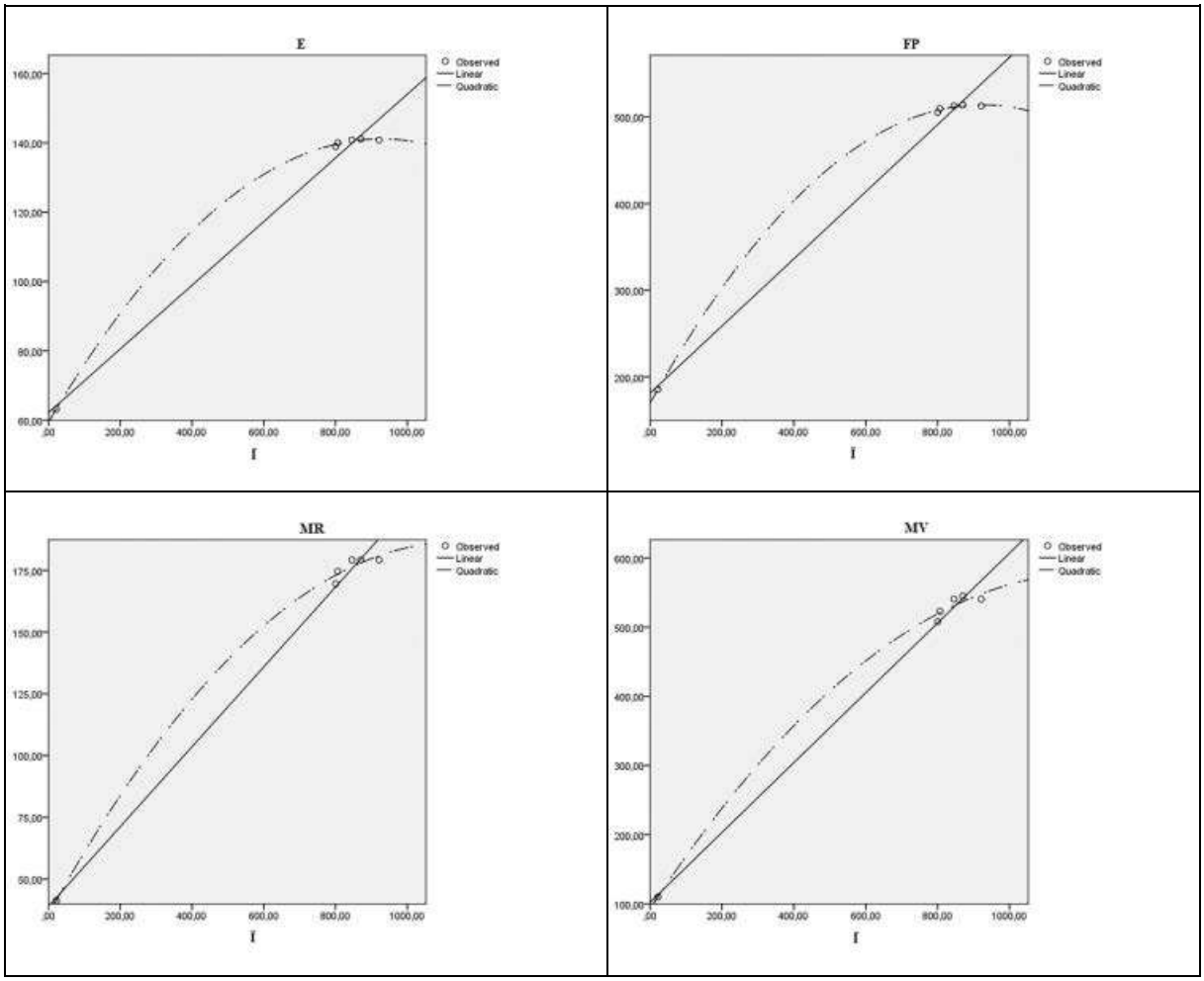
$$MV = 95.665 + 1.988\bar{H} - 0.002\bar{H}^2$$

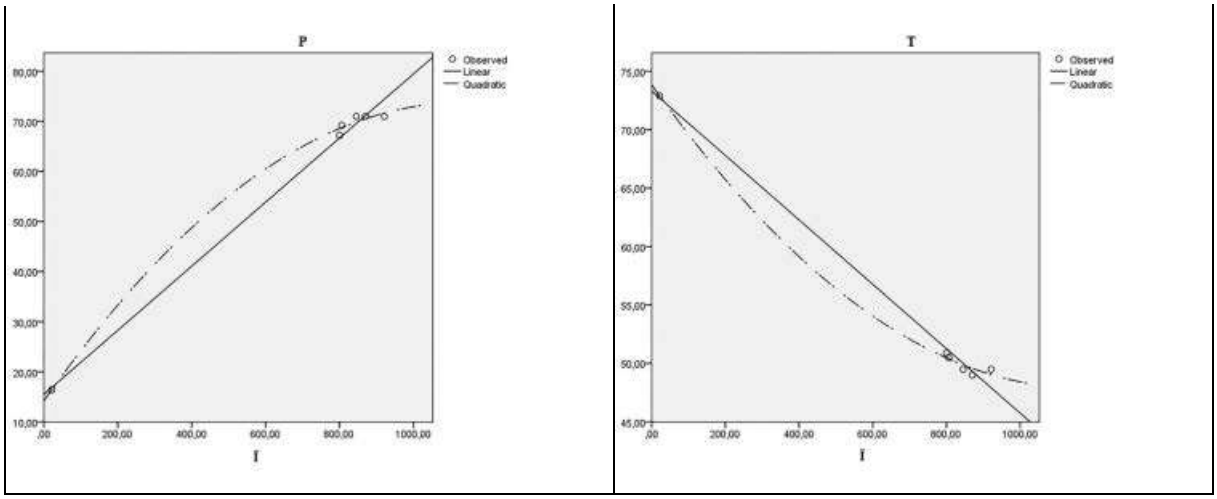
$$MV = 93.125 + 0.790\bar{I}$$

$$MV = 98.179 + 0.081\bar{A} - 1.189\bar{A}^2$$

In Table 14 it is shown that coindex $\bar{I}$ is the best ones predicting the most compatibility for all physicochemical properties and also it is observed that quadratic model is more stronger than linear model.

Table 14. The figures display the most suitable curvilinear regression models for predicting and fitting the coindices against physicochemical properties of drugs.





4. CONCLUSIONS

In this study, the main emphasis is determining the physicochemical compatibility of 6 potential COVID-19 drug nominees through the utilization of 9 topological coindices. Our objective is to derive the CoM-polynomial for each compound, thereby addressing the computational challenges associated with computing these coindices using mathematical formulas. This will also provide a convenient means of performing QSPR analysis. The results of employing the curvilinear regression technique can be succinctly summarized in the following manner:

In lineer regression; $\overline{I}$ is the best estimator for E, FP, MR, P, T MV and also $\overline{H}$ is the best estimator for FP and MV. Moreover, $\overline{M_1}, \overline{M_2}, \overline{mM_2}, \overline{RezG_3}, \overline{F}, \overline{SDD}$ show high positive correlation with E, FP, MR, MV and negative high correlation with T (see Table 5).

In quadratic regression; The best estimator topological coindices for E and FP are $\overline{M_1}, \overline{M_2}, \overline{RezG_3}, \overline{SDD}, \overline{H}, \overline{I}$ and the best estimator topological coindices for MR and P are $\overline{M_1}, \overline{RezG_3}, \overline{F}\ \overline{SDD}, \overline{H}, \overline{I}, \overline{A}$. Additionally, $\overline{A}$ is the best estimator for T and $\overline{M_1}, \overline{SDD}, \overline{H}, \overline{I}, \overline{A}$ are the best estimators for MV (see Table 7). It should be noted that the quadratic approximation is a more accurate predictor model than the linear model. Based on the findings and results of this study, interested scientists can potentially utilize this information to develop new compounds in computer-aided drug design in the future.

REFERENCES

[1] Berhe, M., & Wang, C. (2019). Computation of certain topological coindices of graphene sheet and C_4C_8(S) nanotubes and nanotorus. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, *4*(2), 455-468.

[2] Çolakoğlu, Ö. (2022). QSPR Modeling with Topological Indices of Some Potential Drug Candidates against COVID-19. *Journal of Mathematics*, *2022*(1), 3785932.

[3] De, N., Nayeem, S. M. A., & Pal, A. (2016). The F-coindex of some graph operations. *SpringerPlus*, *5*, 1-13.

[4] Deutsch, E., & Klavžar, S. (2014). M-polynomial and degree-based topological indices. *arXiv preprint arXiv:1407.1592*.

[5] Ghosh, A. K., Brindisi, M., Shahabi, D., Chapman, M. E., & Mesecar, A. D. (2020). Drug development and medicinal chemistry efforts toward SARS-coronavirus and Covid-19 therapeutics. *ChemMedChem*, *15*(11), 907-932.

[6] Hosoya, H. (2019). The most private features of the topological index. *MATI*, *1*(1), 25-33.

[7] Kirmani, S. A. K., Ali, P., & Ahmad, J. (2022). [Retracted] Topological Coindices and Quantitative Structure-Property Analysis of Antiviral Drugs Investigated in the Treatment of COVID-19. *Journal of Chemistry*, *2022*(1), 3036655.

[8] Oz, M. S., & Cangul, I. N. (2022). Computing the Merrifield-Simmons indices of benzenoid chains and double benzenoid chains. *Journal of Applied Mathematics and Computing*, *68*(5), 3263-3293.

[9] Pillaiyar, T., Manickam, M., Namasivayam, V., Hayashi, Y., & Jung, S. H. (2016). An overview of severe acute respiratory syndrome–coronavirus (SARS-CoV) 3CL protease inhibitors: peptidomimetics and small molecule chemotherapy. *Journal of medicinal chemistry*, *59*(14), 6595-6628.

[10] Rafi, M. O., Bhattacharje, G., Al-Khafaji, K., Taskin-Tok, T., Alfasane, M. A., Das, A. K., ... & Rahman, M. S. (2022). Combination of QSAR, molecular docking, molecular dynamic simulation and MM-PBSA: analogues of lopinavir and favipiravir as potential drug candidates against COVID-19. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, *40*(8), 3711-3730.

[11] Tay, M. Z., Poh, C. M., Rénia, L., MacAry, P. A., & Ng, L. F. (2020). The trinity of COVID-19: immunity, inflammation and intervention. *Nature Reviews Immunology*, *20*(6), 363-374.

[12] Todeschini, R., & Consonni, V. (2008). *Handbook of molecular descriptors*. John Wiley & Sons.

[13] Trinajstić, N. (2018). *Chemical graph theory*. CRC press.

[14] Xu, K., Das, K. C., & Tang K, K. (2013). On the multiplicative Zagreb coindex of graphs. *Opuscula Mathematica*, *33*(1), 191-204.

[15] World Health Organization. WHO Director-General's Remarks at the Media Briefing on 2019-nCoV on 11 February 2020.

[16] PubChem: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov

THE RELATIONSHIP BETWEEN BONE HEALTH AND NUTRITION IN CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY

SEREBRAL PALSİ TANILI ÇOCUKLARDA KEMİK SAĞLIĞI VE BESLENME İLİŞKİSİ

Beyza Nur BİLGİLİ[1], Berkin ÖZYILMAZ KIRCALİ[2]

[1]Diyetisyen, İstanbul Aydın Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik,
ORCID: 0009-0002-2915-1518
[2]Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Aydın Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik,
ORCID: 0000-0001- 9582-1685

Özet

Serebral palsi, gelişim aşamasındaki beyinde meydana gelen hasarlanma sonucunda özellikle motor fonksiyonlar üzerinde olumsuz etkilenime neden olan ilerleyici olmayan motor bir hastalıktır. Görülme oranı her 1000 canlı doğumda 2-3 olarak saptanmıştır. Hastalığın meydana gelmesinde prenatal, postnatal, perinatal faktörler etkili olabilmektedir. Serebral palsi tanılı hastalarda, görme problemleri, solunum problemleri, kas iskelet sistemleri problemleri, beslenme problemleri görülebilmektedir. Beslenme problemleri bu hastalarda sıklıkla ortaya çıkabilen bir durumdur. Beslenmenin yeterli miktarda sağlanamamasının önemli nedenleri bu hasta grubunda disfaji, reflü, mide bulantısı gibi problemleri bulunmasıdır. Bu hastaların ihtiyacı olan gereksinimlerinin karşılanamaması nedeniyle hastalarda enerji, protein veya vitamin mineral eksiklikleri meydana gelebilmektedir. Bu eksiklik durumlarının meydana gelmesi hastaların kemik sağlığı üzerinde de olumsuz etki oluşturmaktadır. Kemik sağlığı, serebral palsi tanılı çocuklarda kırık, osteoporoz gibi hastalıkların risk grubunda bulunmaları nedeniyle önemli bir parametredir. Bu nedenle serebral palsi tanılı çocukların, özellikle kemik sağlığında önemli etkileri bilinen D vitamini ve kalsiyum alımlarına dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu hasta grubunda beslenmenin major bir faktör olması ve kemik sağlığının olumsuz yönde etkilenmesi nedeniyle, bu çalışmada serebral palsi tanılı çocuklarda kemik sağlığı ile beslenme ilişkisinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Serebral palsi tanılı özellikle yürüme yeteneği olmayan çocuklarda kemik sağlığı açısından en sık görülen problemlerden biri kırıklardır. Yapılan bir çalışmada, kuadriplejik tip serebral palsi hastalarının kemik mineral yoğunluklarının daha düşük olduğu ve yürüme yeteneği olmayan hastalarda kemiğin yeteri miktarda yük almamasından kaynaklı olarak kemik mineralizasyonunun daha kötü olduğu görülmüştür. Başka bir çalışmada ise, düşük kemik mineral yoğunluğu olan vakalarda normal kemik mineral yoğunluğu olan vakalar karşılaştırıldığında D vitamini yetersizliği görülme oranlarıyla kemik mineral yoğunluğu arasında doğru orantılı bir ilişki bulunmuştur. Serebral palsi tanılı hastalarda eşlik eden bir problem olan epilepsi tedavisinde ketojenik diyetin uygulanması kemik mineral yoğunluğunu olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Ketojenik diyet, vücutta ketozise neden olmaktadır ve bu durum D vitamininin vücutta kullanımını olumsuz yönde etkilemektedir. Serebral palsi tanılı çocuklarda hastalığın yönetiminde beslenme çok önemli bir unsurdur ve gereken önem gösterilmeyebilmektedir. Kemik sağlığı ve beslenme ilişkisi göz önünde bulundurularak,

gerekli beslenme tedavisi ihtiyaçları karşılayacak düzeyde sağlanmalıdır. Serebral palsi tanılı çocuklarda beslenmenin, birçok hastalığın oluşmasından koruyucu nitelikte olduğu düşünülerek gerekli beslenme tedavisinin sağlanması hastaların yaşam kalitesi üzerinde olumlu etki oluşturabilmektedir.

Anahtar kelimeler: Serebral Palsi, Beslenme, Kemik Sağlığı.

Abstract

Cerebral palsy is a non-progressive motor disorder that results from damage to the developing brain, primarily affecting motor functions. Its prevalence has been reported as 2-3 per 1000 live births. Prenatal, postnatal, perinatal factors can play a role in the occurrence of the disease. Children diagnosed with cerebral palsy may experience vision problems, respiratory issues, musculoskeletal disorders, and nutritional problems. Among these, nutritional problems are particularly common. The primary reasons for inadequate nutrition in this patient group include difficulties such as dysphagia, reflux, and nausea. The inability to meet their nutritional needs can lead to deficiencies in energy, protein, vitamins, and minerals. These deficiencies can also negatively impact bone health. Bone health is a critical parameter in children with cerebral palsy since they are at a higher risk of fractures and osteoporosis. Therefore, ensuring adequate intake of key nutrients such as vitamin D and calcium is essential for these children. Since nutrition is a major factor in this patient group and has a direct impact on bone health, this study aims to evaluate the relationship between nutrition and bone health in children with cerebral palsy. One of the most common bone health issues in non-ambulatory children with cerebral palsy is fractures. A study found that children with quadriplegic cerebral palsy have lower bone mineral density and that in non-ambulatory patients, inadequate mechanical loading of the bones leads to poorer bone mineralization. Another study showed a direct correlation between vitamin D deficiency and bone mineral density when comparing cases with low and normal bone mineral density. In addition, ketogenic diet therapy, which is commonly used in the treatment of epilepsy, a common comorbidity in children with cerebral palsy, can negatively affect bone mineral density. The ketogenic diet induces ketosis, which in turn impairs the body's ability to utilize vitamin D effectively. Nutrition plays a crucial role in managing cerebral palsy, yet it may not always receive adequate attention. Considering the relationship between bone health and nutrition, necessary nutritional interventions should be provided to meet the needs of these children. Proper nutritional support can have a protective effect against various diseases and contribute positively to the quality of life of children with cerebral palsy

Keywords: Cerebral Palsy, Nutrition, Bone Health.

1. GİRİŞ

Serebral palsi, gelişim aşamasındaki beynin hasarlanması sonucunda özellikle kas iskelet sisteminde görülen değişiklikler ile karakterize, ilerleyici olmayan nörogelişimsel bir bozukluktur. Beyinde meydana gelen hasarlanma sonucunda, kas tonusu ve motor fonksiyonlarda bozukluklar meydana gelmektedir Serebral palsinin görülme sıklığı her 1000 canlı doğumda 2-3 arasında değişmektedir. Serebral palsi vakalarının %35'ini erken doğum oluşturmaktadır fakat doğum öncesi etkenlerde hastalığın etyolojisinde rol oynamaktadır. Serebral palsinin patofizyolojisi net şekilde ortaya koyulamamıştır ve bu konu üzerinde yapılan çalışmalar halen devam etmektedir (Asalu et al., 2019). Serebral palsi vakalarında tanı normal süreçte 12-24 ay arasında konulmaktadır. Bu dönemden daha önce tanının hastalık sürecinin yönetimini olumlu yönde etkileyebilmektedir. Serebral palsi hastaları beslenme açısından çeşitli faktörler nedeniyle gereksinimlerinin karşılanması konusunda risk altındadırlar. Serebral

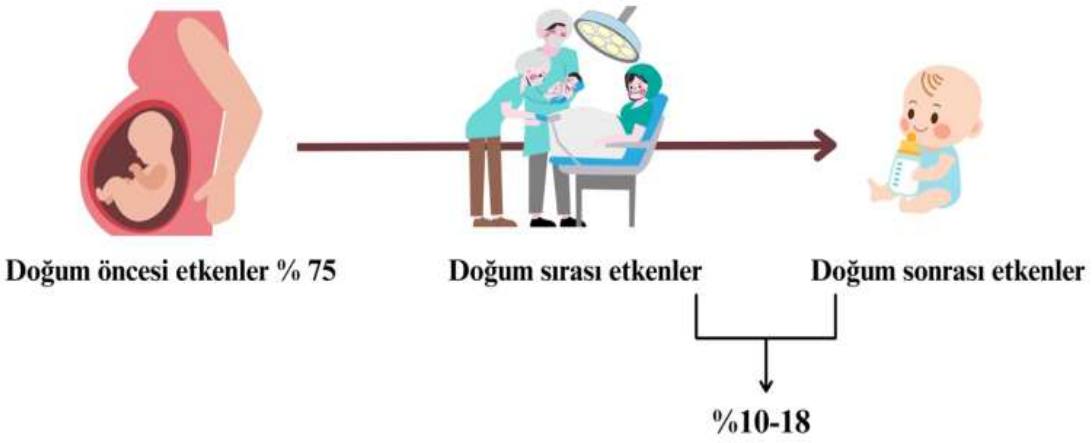
palsi vakalarında yetersiz beslenme sıklıkla ortaya çıkabilmektedir. Bu durum beraberinde enerji ve besin öğesi eksiklerinin oluşmasına zemin hazırlamaktadır. Bu eksiklik durumlarının karşılanmaması, hastalarda kemik sağlığını olumsuz yönde etkilemekte ve yaşam kalitesini azaltmaktadır. Serebral palsi hastalarında vücut bileşenlerinde farklılıkların olabileceği bilinmelidir. Bu nedenle hastaların beslenme durumlarının saptanmasında sadece tek bir parametrenin kullanımı doğru değildir. Özellikle kemik sağlığı negatif yönde etkilenmiş beslenme yetersizliğinin bulunduğu vakalarda dikkatli davranılması gerekmektedir. Kemik sağlığı negatif yönde etkilenmeye yatkın olan bu grup hastalarda özellikle vitamin ve mineraller içerisinde bulunan D vitamini ve kalsiyum ihtiyacının yeterli düzeyde karşılanması çok önemlidir. Bu gereksinimlerin karşılanması hastaların kemik sağlığı ile ilişki içerisinde olan hastalıklarla karşılaşma oranlarını azaltmaktadır (Graham et al., 2019). Serebral palsi tanılı çocukların beslenmesinin doğru şekilde düzenlenmesinin hastalık için çok önemli olması nedeniyle bu hasta grubunun gereksinimlerinin saptanmasına yönelik olarak bilimsel çalışmalar yapılmalıdır. Bu hastalık grubunda oluşabilecek olan eksiklerin iyi bir şekilde saptanması, tedavinin başarısını olumlu yönde etkilemektedir. Bu nedenlerle bu derleme çalışmasının amacı, serebral palsi tanılı çocuklarda kemik sağlığı ve beslenme ilişkisini mevcut literatür ışığında değerlendirilerek olası sonuçları üzerinde durulmasıdır.

2. SEREBRAL PALSİ

Serebral palsi, gelişim aşamasında olan beynin birtakım nedenlere bağlı olarak hasarlanması sonucunda görülen ve motor fonksiyonları etkileyen, çocukluk çağında görülme oranı yüksek olan bir sakatlık durumudur. Serebral palsi hastalığı, 1843 yılında William John Little adlı kişinin tanımlamasıyla ortaya çıkmıştır. Bu sebeple ‘‘Little hastalığı’’ olarak da adlandırılmıştır. Serebral palsi, gelişim aşamasında olan beynin doğum öncesi, doğum sırasında veya doğumdan sonra hasarlanmasına bağlı olarak nörolojik ve kas-iskelet sistemini etkileyen ilerleyici olmayan bir hastalıktır. Bu sistemlerde meydana gelen etkilenimler kaslarda duruş bozuklukları, fiziksel aktivitelerde kısıtlılık durumu ve beraberinde duyu ve algılama problemlerine neden olmaktadır. Yapılan çalışmalarda yaşın ilerlemesiyle beraber sistemlerde meydana gelen olgunlaşma birtakım problemlerin düzelebileceği görülmüştür (Paul et al., 2022).

2.1 Etiyoloji ve Patofizyoloji

Serebral palsi görülme nedenleri doğum öncesi, doğum sırası ve doğum sonrası olarak 3 ayrı başlığa ayrılmaktadır. Bu 3 dönemde bulunan etmenlerin serebral palsi görülmesiyle yakından ilişkili olduğu yapılan çalışmalarla ortaya koyulmuştur. Serebral palsiye çeşitli faktörlerin yol açtığı bilinmektedir fakat ortaya çıkan vakaların etiyolojilerinin spesifik olarak ortaya konulma oranları tüm vakarı kapsamamaktadır (Asalu et al., 2019: Korzeniewski et al., 2018).



Şekil 1. Serebral palsinin etiyolojisindeki etkenler (Sadowska et al., 2020).

Serebral palsi vakalarının tamamı ele alındığında etyolojisinde yer alan faktörlerin %75'i doğum öncesi etkenlerden kaynak alırken, %10-18'i doğum sırası ve sonrasındaki etkenlerden kaynak almaktadır. Serebral palsi hastalığının en belirgin ve en sık görülen etkenlerinden biri prematüre doğumdur. Genel itibariyle nörogelişimsel bozuklukların görülme sıklığı ve şiddeti anne karnında geçirilen süreyle doğrudan ilişkilidir. Hamilelik sürecinin kısa olması nörogelişimsel bozuklukların görülme oranlarında ve şiddetinde artışların meydana gelmesine neden olmaktadır (Sadowska et al., 2020).

2.2 Serebral Palsi Tipleri

Serebral palsi tanısından sonraki süreçte çeşitli klinik semptomlar görülmektedir. Görülen klinik semptomlarla ilişkili olarak hareket bozukluğunun tipine, tutulum görülen alana ve hasar düzeyine göre farklı sınıflandırma sistemleri bulunmaktadır. Serebral palsi hareket bozukluğunun tipine göre spastik, diskinetik ve ataksik olarak kategorilere ayrılmaktadır. Vücudunun tek bir tarafında veya her iki tarafında da görülmesine bağlı olarak, kuadriplejik, diplejik, hemiplejik, monoplejik olarak farklı sınıflandırma alt başlıklarına ayrılmaktadır (Paul et al., 2022).

2.3 Serebral Palsi Sınıflandırması

Serebral palside ortaya çıkan motor problemlerin değerlendirilmesi, hastalığın etkisi altında bulunan ekstremitelerin işlevlerini yerine getirmesi, yapılan tedavinin sonrasındaki süreç için önemlidir. Serebral palsinin sınıflandırılmasında dört adet sistem geliştirilmiştir. Bu sistemler; kaba motor fonksiyon sınıflandırma sistemi (GMFCS), manuel yetenek sınıflandırma sistemi (MACS), iletişim fonksiyonu sınıflandırma sistemi (CFCS), yeme içme yeteneği sınıflandırma sistemi (EDACS) (Paul et al., 2022).

3. SEREBRAL PALSİ VE BESLENME

Serebral palsi vakalarında hastalığın seyri üzerinde birçok faktör etkili olmaktadır. Hastalıkla ilişkili olan semptomları ve bozuklukları engelleyici veya gidişatını olumlu yönde etkileyen bir unsur olan beslenme bu hasta grubunda majör bir kompanenttir. Beslenmenin düzenlenmesi hastanın yaşam kalitesi ve yaşam beklentisi üzerinde olumlu sonuçlar sağlamaktadır. Serebral palsi tanılı çocuklarda genel olarak yetersiz beslenme oranları yüksek seviyededir. Bu hasta

grubunun malnütrisyona yatkınlığı fazladır. Türkiye'de yürütülen bir çalışmada, yetersiz beslenme görülme oranı serebral palsili çocuklarda %94.3 olarak bulunmuştur. Bu durum beslenmenin ele alınması gereken önemli bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır (Carman et al., 2021).

Serebral palsili çocuklarda enerji alımı üzerinde fiziksel unsurlar belirleyici olabilmektedir. Tekerlekli sandalye kullanan serebral palsili çocukların, herhangi bir destek olmadan yürüyebilen Serebral palsili çocukların enerji alımının %60-70'ine gereksinimlerinin bulunduğu düşünülmektedir. Yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçlarda, motor bozukluğu bulunan çocukların enerji ve besin öğesi gereksinimlerini yeterli miktarda karşılayamadıkları ortaya koyulmuştur. Serebral palsili çocukların beslenme durumlarını inceleyen çalışmalara bakıldığında bu çocukların özellikle pişmiş sebze, unlu gıdaları, pirinç ve şeker içeriği yüksek içecekleri alımlarının yüksek olduğu görülmüştür (Cieri et al., 2023).

Serebral palsili çocuklarda özellikle proteinin yeterli miktarlarda tüketilmemesi beraberinde birtakım problemlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu hasta grubunda, hareket etme kısıtlılığı GMFCS seviyesiyle doğru orantılı olarak artış göstermektedir. Hastaların hareket yeteneğinin azalması, kaslarda atrofinin oluşmasına ve kasların boylarında kısalmaların meydana gelmesine neden olmaktadır. Bu gibi durumlarda serebral palsi tanılı çocukların protein ihtiyaçları sağlıklı çocuklara oranla artış göstermektedir (Verschuren et al., 2018).

Serebral palsili çocuklarda beslenmenin değerlendirilmesinde Amerikan Parenteral ve Enteral Beslenme Derneği (ASPEN)'in bir takım öneri ve kriterleri bulunmaktadır. Derneğin kılavuzlarına göre bu hasta grubunda beslenmenin değerlendirilmesi için antropometrik Z skorları ve üst orta kol çevresi ölçümlerinin dikkate alınması gerekmektedir (Oftedal et al., 2024).

3.1 Vitamin ve Mineraller

Nörolojik bozukluğu bulunan hasta grupları makro ve mikro minerallerin yetersiz alımı açısından riskli grup içerisinde yer almaktadırlar. Bu hasta grubunda gerekenden fazla enerji alımından kaçınmak amacıyla düşük kalori miktarlarıyla beslenme tedavisinin yapılması bazı vitamin ve mineral eksiklerinin oluşmasında predispozisyona yol açabilmektedir. Serebral palsi tanılı çocukların vitamin ve mineral düzeylerinin alımının saptanması amacıyla yürütülen bir çalışmada, ek bir besin takviyesi tüketimi olmayan çocuklarda takviye tüketimi olan çocuklara kıyasla, D vitamini, demir, kalsiyum ve folat düzeylerinde yüksek oranlarda eksiklik görülmüştür. Bu durum bu hasta grubunun vitamin ve mineral açısından desteklenmesi gerektiğini göstermektedir (Dimitrova et al., 2018). Serebral palsi tanılı çocuklar, genel itibariyle kemik mineralizasyonu düşük olan bir hasta grubunu oluşturmaktadır. Bu durum kişilerde kemik kırılganlığının oluşmasında majör risk faktörüdür. Bu hasta grubunda D vitamini, kalsiyum gibi vitamin ve minerallerin günlük alım düzeylerinin karşılanması ve eksiklik durumunda uygun beslenme tedavileriyle bu durumun düzenlenmesi kemik sağlığını olumlu yönde etkilemektedir (Connor et al., 2024).

D vitamini hücre içerisinde görevleri bulunan önemli bir vitamindir. Gereksinimin karşılanması çoğunlukla güneş ışınlarına maruziyet yoluyla olmaktadır. Bunun yanında bazı besinlerin içerisinde de yer almaktadır. D vitamini, birçok hastalığın ortaya çıkması üzerinde etkilere sahiptir. Aynı zamanda besinlerle alınan diğer bazı minerallerin vücutta kullanımlarında görev almaktadır. Bu duruma örnek olarak D vitamini, besinler yoluyla alınan kalsiyum ve fosfatın vücut içerisinde kullanılabilir bir hale gelmesinde aracı rol üstlenmektedir. Bu vitamin ve minerallerin kemik sağlığı üzerine olan pozitif etkileri yapılan çalışmalarla

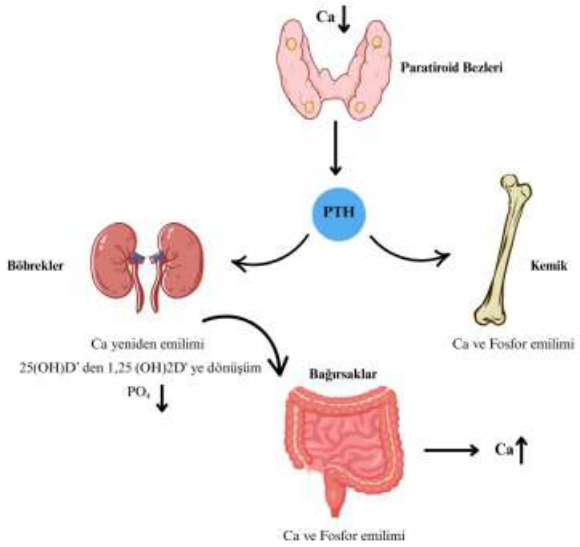
ortaya koyulmuştur. D vitaminin, bu süreçlerde kavşak noktada yer alması kemik sağlığında anahtar bir rol üstlendiğine işaret etmektedir. Yapılan çalışmalarda serebral palsi tanılı çocukların D vitamini düzeylerinin gereksinimi karşılayacak miktarlarda olmadığı görülmüştür. Eksiklik görülme oranları farklı ülkelerde bulunan serebral palsi tanılı çocuklarda aynı oranda değildir fakat D vitamini eksikliği tüm ülkelerde yaygın olarak bu grup hastalarda saptanmıştır (Alenazi, 2022). Türkiye de 2018 yılında yürütülen bir çalışmada, 235 serebral palsi tanılı çocukların %33.6'sında D vitamini değerlerinde yetersizlik saptanmıştır (Akpinar, 2018). Bu durum beraberinde hastaların kalsiyum eksikliğine predispozisyona sahip olmalarına neden olmaktadır. Vitamin ve minerallerde meydana gelen bu eksiklikler serebral palsi tanılı çocukların kemik sağlığını olumsuz yönde etkilemekte ve osteopeni, raşitizm gibi kemik hastalıklarının oluşumuna zemin hazırlamaktadır. Bu hasta grubunda en ufak bir darbe alımı sonrasında kemiklerin kırılma oranları yüksektir (Alenazi, 2022).

D vitamini diyet kaynakları (µg ve IU/100 g)		
Gıda maddeleri	µg/100g	IU/100g
Morina karaciğeri yağı	250	10000
Sazan	25	1000
Orkinos	16	640
Alabalık	15	600
Havyar	12	480
Sardalyalar	11	440
Tavuk yumurtası	2.9	116
Peynir (%45,0 süt yağı)	1.3	52
Tereyağı	1.2	48

Kalsiyum kaynakları (Besinlerin 100 gramında bulunan miktarlar)(mg)	
Kuru Maydanoz	2142
Kuru Bamya	1018
Zeytin	724
Peynir	715
Hamsi	548
Süt	523
Tam Buğday Unlu Ekmek	472
Yoğurt	214
Ayran	81

Şekil 2. Bazı besinlerin D vitamini ve kalsiyum miktarları (Benedik, 2022; Ulusal gıda kompozisyonu veri tabanı)

Kalsiyum hücresel sinyallemede, sinir uyarısı iletiminde ve kas kasılmasında temel işlevler görür. Serbest kalsiyum biyolojik olarak aktif formdur. Plazmadaki konsantrasyonun düzenlenmesinde paratiroid hormonu (PTH) ve 1,25-dihidroksivitamin D kontrolü altındadır (Song, 2017). Çalışmalardan elde edilen sonuçlara bakılarak bu hasta grubunda özellikle D vitamini ve kemik sağlığı ilişkisinin dikkate alınması ve gereksinimlerin karşılanması sağlanarak hastalığın klinik gidişatını ve yaşam kalitesini pozitif yönde etkilemek hedeflenmelidir. Yapılan bir çalışmada, 8 vakada paratiroid hormon seviyelerinin yüksek olduğu görülmüştür. Yeterli miktarda kalsiyumun alınmaması beraberinde paratiroid hormonunun yükselmesine ve aynı zamanda fosfor seviyelerinde düşüşlerin yaşanmasıyla ilişkilidir. Paratiroid hormonun yükselmesinin altında yatan bir diğer önemli neden D vitamini seviyelerinde azalmaların olmasıdır. Yapılan çalışma bu ilişkiyi doğrular niteliktedir. Bu sebeple, paratirod hormon – D vitamini – kalsiyum – fosfor arasında meydana gelen bu döngü kemik mineralizasyonunu önemli derecede etkilemektedir. Serebral palsi hastalarında fiziksel aktivitenin kısıtlı olması gibi nedenlerle de bu döngünün desteklenmesi olası mekanizmaların çok faktörlü olarak ele alınarak beslenme tedavisinin planlanması gerekmektedir (Akpinar, 2018).



Şekil 3. Kalsiyum metabolizması (Song, 2017)

4. SEREBRAL PALSİLİ ÇOCUKLARDA KEMİK SAĞLIĞI

Serebral palsi tanılı çocukların motor fonksiyonlarında meydana gelen bozulmalar nedeniyle büyüme ve gelişmeleri risk altındadır. Motor fonksiyonlarda meydana gelen bozukluğun seviyelerinde artışın meydana gelmesi yani GMFCS seviyesinde yükselmeler hastaların büyüme gelişmelerinin olumsuz yönde etkilenmesine neden olmaktadır. Motor fonksiyonlarda bozuklukların yanında beslenmeyi olumsuz yönde etkileyen faktörlerin oluşu hastalarda beslenme yetersizliğinin oluşumunun bir diğer nedenidir. Serebral palsi vakalarında yetersiz beslenme sadece kemik sağlığını olumsuz yönde etkilememektedir. Bu durum, vakaların sosyal hayatının negatif yönde etkilenmesine, eğitimlerde geri kalmalarına, odaklanma problemi yaşamlarına ve sosyal ilişkilerinin yetersiz olmasına neden olabilmektedir (Jesus and Stevenson, 2020).

Serebral palsi hastalarında kemik sağlığının değerlendirilmesinde 3 faktör bulunmaktadır. Bunlar; kemiğin uzunluğu, kemik yoğunluğu ve kemik büyümesidir. Serebral palsi tanılı çocuklar üzerine yapılan çalışmalarda, beslenmelerinin bozuk olduğu tespit edilen vakalarda femur kemiğinin dış kısmında ve bel bölgesinde yer alan omurlarda kemik mineralizasyonun düşük olduğu görülmüştür. Kemik sağlığıyla ilişkili olabilecek beslenme dışındaki bir diğer faktör kullanılan ilaçlardır. Özellikle serebral palsi hastalarında sıklıkla eşlik eden bir komorbidite olan epilepsi ile ilişkili ilaç kullanımının kemik sağlığını negatif yönde etkilediğine dair çalışmalar bulunmaktadır (Jesus and Stevenson, 2020).

Kemik sağlığında bir diğer önemli faktör hareket yeteneğidir. Serebral palsi tanılı çocuklarda tutulum tiplerine göre yürüyebilen veya yürüyemeyen vakalar bulunmaktadır. Yürüyebilen çocuklar ile yürüyemeyen çocuklar arasında kemik sağlığını etkileyen en önemli unsur kemiğin yük alıp/almama durumudur. Kemik içerisinde bir takım osteoblastik ve osteoklastik aktiviteler normal şartlarda bir denge içerisindedir ve kemik üzerinde şekillendirici etki göstermektedir. Osteoblastik aktivitenin baskın durumda olması insanların kemik yapım aktivitelerinde artış olduğunu gösterirken, osteoklastik aktivitelerde meydana gelen artış kemik yapımının azalmasına neden olmaktadır. Serebral palsi vakalarında tekerlekli sandalyeye bağlı hastalarda kemiğin düzenli olarak yük almıyor olması kemiğin mineralizasyonunu olumsuz yönde etkilemektedir (Jesus and Stevenson, 2020).

5. SEREBRAL PALSİLİ ÇOCUKLARDA KEMİK SAĞLIĞI VE BESLENME İLİŞKİSİ

Serebral palsi tanılı çocuklarda beslenmenin düzenlenmesi hastanın yaşam kalitesini, fiziksel olarak aktif olmasını, psikolojik pozitif yönde etkilenmesi gibi farklı alanlarda birçok unsura etki edebilmektedir. Beslenme hastaların semptomlarına uygun olacak şekilde düzenlenmeli ve günlük enerji ve besin öğesi gereksinmelerini karşılamalıdır. Oral yoldan beslenme, vücut fizyolojisi açısından en uygun beslenme modelidir. Fakat serebral palsi tanılı çocuklarda sıklıkla görülebilen çiğneme ve yutma gibi problemlerin bulunması bu hastalarda tüple beslenmenin uygulanmasına neden olabilmektedir (Zaragova et al., 2018).

Bu hasta grubu üzerinde yapılan bir çalışmada, kuadriplejik tip serebral palsi hastalarında yetersiz beslenme kemik mineral yoğunluğunun düşük olmasını 9 kat artırıcı etki gösterdiği bulunmuştur. Bu nedenle de bu hasta grubunda yeterli düzeyde beslenmenin sağlanması kemik sağlığı açısından çok önemlidir (Zaragova et al., 2018).

Serebral palsi tanılı çocuklar üzerinde yürütülen bir çalışmada, düşük kemik mineral yoğunluğu olan vakalarda normal kemik mineral yoğunluğu olan vakalar karşılaştırıldığında D vitamini yetersizliği görülme oranlarıyla kemik mineral yoğunluğu arasında doğru orantılı bir ilişki bulunmuştur. D vitaminin yeterli düzeyde bulunmaması hastalarda kalsiyumun vücutta kullanılabilirliğini olumsuz yönde etkilemekte, bu durum paratroid hormonun daha fazla salgılanmasına neden olarak birbiri ile etkileşim içerisinde olan bir sürecin oluşmasına neden olmaktadır (Garibay et al., 2018).

Yapılan başka bir çalışmaya göre, büyümenin mineralizasyon eksikliğini kötüleştirdiğini (aynı yaştaki sağlıklı çocuklara kıyasla) ve önleyici eyleme mutlak ihtiyaç olduğunu doğrulamıştır. Kalsiyum takviyesi (D3 vitamini takviyesiyle birlikte), kilo yönetimi ve ergenlik gelişiminin izlenmesi, çocuklarda genel kemik sağlığını pozitif yönde etkilemektedir (Barbier et al., 2023).

6. SONUÇ

Serebral palsi tanı çocuklar beslenme açısından değerlendirildiğinde yutma güçlüğü, reflü, mide bulantısı, kusma gibi farklı gastrointestinal komorbiditelerle karşı karşıya gelebilmektedirler. Bu durumlar hastaların enerji ve protein gereksinimlerini karşılamalarını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu hastaların sınıflandırılmasında kullanılan parametrelerde hastanın seviyesine göre gereksinimleri karşılama oranları değişiklik gösterebilmektedir. Serebral palsi tanılı çocuklarda vitamin mineral eksikleri de sıklıkla meydana gelmektedir. D vitamini ve kalsiyum seviyelerinde meydana gelen azalma hastaların kemik sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Serebral palsi tanılı çocuklardan özellikle kuadriplejik serebral palsi tanılı vaka grubunda yürüme yeteneğinin olmaması nedeniyle hastaların kemik sağlığı olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu nedenle de bu hasta grubunda diğer serebral palsi tiplerine kıyasla kırık görülme prevalansında artışlar yaşanmaktadır. Kemik sağlığı, serebral palsi tanılı çocuklarda dikkat edilmeli ve gerekli beslenme tedavisi ihtiyaçları karşılayacak düzeyde sağlanmalıdır. Bu gereksinimlerin karşılanması için bu konu hakkında yeterli bilgi düzeyine sahip sağlık profesyonellerinin bulunması çok önemlidir. Hastalığın tanı alındıktan sonraki süreci multidisipliner bir ekibi gerektirmektedir. Hastaların beslenme programları bir diyetisyen tarafından oluşturulmalı, enerji ve besin öğesi gereksinimleri karşılanmalıdır. Sağlık profesyonellerinin yanında hastaya bakım veren ailenin de hastanın psikolojik olarak olumlu yönde etkilemesi gerekmektedir. Sonuçta, serebral palsi tanılı çocuklarda hastalığın

yönetiminde beslenme çok önemli bir unsurdur ve gereken önem gösterilmeyebilmektedir. Bu nedenle beslenmenin birçok hastalığın oluşmasına zemin hazırlayabilecek nitelikte olduğu düşünülerek, gerekli beslenme tedavisinin sağlık profesyonellerince sağlanması vakaların yaşam kalitesi üzerinde olumlu etki oluşturabilmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Akpinar P, Vitamin D status of children with cerebral palsy: Should vitamin D levels be checked in children with cerebral palsy?. North Clin Istanb. 2018; 5(4):341-347.
2. Alenazi KA, Vitamin D deficiency in children with cerebral palsy: A narrative review of epidemiology, contributing factors, clinical consequences and interventions, Saudi J Biol Sci. 2022; 29(4): 2007–2013.
3. Asalu AM, Taylor G, Campbell H, Lelea LL, Kirby RS. Cerebral palsy: diagnosis, epidemiology, genetics, and clinical update. Advances in Pediatrics. 2019;66:189-208.
4. Barbier V, Goeb V, Gouron R, Fritot S, Mentaverri R, Klein C. Bone health in children with severe cerebral palsy. Sec. Pediatric Neurology, 2023; 11.
5. Benedik E. Sources of vitamin D for humans.International Journal for Vitamin and Nutrition Research, 2022; 92(2):118–125.
6. Carman KB, Aydın K, Aydın BK, Cansu A, Direk MÇ, Durmuş S. Evaluation of micronutrient levels in children with cerebral palsy. Pediatrics International. 2021; 64(1):15005.
7. Cieri ME, Brunner MMR, Condananzi AL, Escobar J, Cuestas E. Nutritional status and dietary intake of children and adolescents with cerebral palsy. Clinical Nutrition ESPEN. 2023;57:391-398.
8. Connor G, Linde MVD, Capriles ZH. The impact of low-energy, partially hydrolysed enteral formula on gastrointestinal symptoms and weight in children with neurological impairment: a multicentre retrospective study. Journal of Human Nutrition and Dietetics.(2024).
9. Dimitrova RP, Toneva A, Georgieva M, Konstantinova D, Petrova S, Nutrıtıonal status, macro- and mıcronutrıent deficıency ın chıldren wıth neurodevelopmental dısorders. Scripta Scientifica Salutis Publicae. 2018;4:7-14.
10. Garibay EMV, Zaragova CA, Contreras AA, Haro LA, Velorde ER, Rosas AR, & Olea IV. Bone mineral density and biochemical and hormonal indicators in children with quadriplegic cerebral palsy. Nutr Hosp, 2018; 36(3):517-525.
11. Graham D, Paget SP, Wimalasundera N. Current thinking in the health care management of children with cerebral palsy, Medical Journal of Australia, 2019;210(3):129-135.
12. Jesus A, Stevenson R. Optimizing nutrition and bone health in children with cerebral palsy. Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America, 2020; 31(1):25-37.
13. Korzeniewski SJ, Slaughter J, Lenski M, Haak P, Paneth N. The complex aetiology of cerebral palsy. Nat Rev Neurol. 2018;14:528–543.
14. Oftedal S, Cormack S, Stevenson R, Benfer K, Boyd R, Bell K, The evolution of nutrition management in children with severe neurological impairment with a focus on cerebral palsy. Journal of Human Nutrition and Dietetics. 2024;1-13.

15. Paul S, Nahar A, Bhagawati M, Kunwar AJ. A review on recent advances of cerebral palsy. Oxid Med Cell Longev. 2022.
16. Sadowska M, Sarecka-Hujar B, Kopyta I. Cerebral palsy: current opinions on definition, epidemiology, risk factors, classification and treatment options. Neuropsychiatric Disease and Treatment, 2020; 16:1505–1518.
17. Song L. Chapter One - Calcium and Bone Metabolism Indices. Advances in Clinical Chemistry, 2017; 82:1-46
18. Ulusal Gıda Kompozisyonu Veri Tabanı. https://turkomp.tarimorman.gov.tr/component_result-kalsiyum-ca-21 (Erişim Tarihi: 17.04.2025)
19. Verschuren O, Smorenburg A, Luiking Y, Bell K, Barber L, Peterson M. Determinants of muscle preservation in individuals with cerebral palsy across the lifespan: a narrative review of the literatüre. Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle. 2018;9(3):453-464.
20. Zaragova CA, Garibay ED, Contreras AA, Haro AL, Velarde ER, Rosas AR, & Olea IV Bone mineral density and nutritional status in children with quadriplegic cerebral palsy, Archives of Osteoporosis, 2018; 13(17).

A STUDY ON THE MICROSTRUCTURE OF AISI 440C MARTENSITIC STAINLESS STEEL EXPOSED TO DIFFERENT COOLING TYPES AFTER HEAT TREATMENT

ISIL İŞLEM SONRASI FARKLI SOĞUTMA TİPLERİNE MARUZ KALMIŞ AISI 440C MARTENSİTİK PASLANMAZ ÇELİĞİNİN MİKRO YAPISI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Mehmet POYRAZ[1], Özer ZEYBEK

[1]Öğr. Gör. Dr., muğla sıtkı koçman üniv., makine müh., 0000-0002-9469-8037

[2]Doç. Dr., muğla sıtkı koçman üniv., inşaat müh., 0000-0002-6921-1039

Özet

Çelik malzemelerin yüksek sıcaklıklara maruz kaldığı durumlarda, hem mekanik özelliklerinde hem de mikro yapılarında ciddi değişiklikler meydana gelmektedir. Bu çalışma kapsamında; uygulamada sıklıkla kullanılmakta olan AISI 440C martensitik paslanmaz çeliğinin, farklı sıcaklıklardaki ısıl işlem ve soğutma tiplerine maruz kaldığı durumlarda, mikro yapı incelemesi gerçekleştirilmiştir. Çalışma iki kısımdan oluşmaktadır. İlk kısımda numunelere oda sıcaklığı ve 6 farklı (400 °C, 500 °C, 700 °C, 800 °C, 900 °C, 1000 °C) sıcaklık durumu göz önüne alınarak ısıl işlem uygulanmış, sonrasında ise iki farklı soğutma (hava ve su) yöntemi kullanılarak numuneler soğumaya bırakılmıştır. Metalografik inceleme yapılarak; farklı sıcaklık ve soğutma işlemlerine tabi tutulan test numunelerinin sertlik değerleri okunmuştur. Hava ile soğutulan test numunelerinde daha fazla temperlenmiş martensit ve daha kaba karbür parçacıkları meydana geldiğinden, özellikle 800 °C sıcaklık etkisi sonrası, su ile soğutulan numunelere göre daha düşük sertlik değerleri elde edilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında ise; deney sonuçlarını dikkate alan parametrik bir çalışma yürütülmüştür. Test sonuçları göz önüne alınarak, malzemenin sertliğini tahmin etmeye yönelik pratik bir denklem geliştirilmiştir. Bu denklem sayesinde; AISI 440C çeliğinin maruz kaldığı sıcaklığa ve soğutma tipine bağlı olarak, sertlik değeri yeni bir deney işlemi gerektirmeden kolayca hesaplanabilir.

Anahtar kelimeler: Paslanmaz çelik, ısıl işlem, mikro yapı

Abstract

When steel materials are exposed to high temperatures, major changes occur in both their mechanical properties and microstructure. Within the scope of this study, microstructure examination of AISI 440C martensitic stainless steel, which is commonly used in practice, was carried out when exposed to heat treatment and cooling types at different temperatures. This study consists of two parts. In the first part, heat treatment was applied considering room temperature and 6 different temperature conditions, and then two different cooling were applied. The hardness values of the test samples subjected to different temperature and cooling processes were measured by metallographic examination. Since more tempered martensite and coarser carbide particles were formed in the air-cooled test samples, lower hardness values were obtained compared to the water-cooled samples, especially after the heat treatment of 800 °C. A parametric study was conducted considering the experimental results. Based on test results, a practical equation for estimating the hardness of the material has been developed.

Thanks to this equation, the hardness value of AISI 440C steel can be easily calculated depending on the temperature and cooling type it is exposed to, without requiring an experimental study.

Keywords: Stainless steel, heat treatment, microstructure

1. GİRİŞ

Çelik malzemesinin inşaat sektörü başta olmak üzere, makine endüstrisi ve sağlık sektörü gibi geniş yelpazede kullanımı vardır. Çok çeşitli ve farklı kalitelerde çelik malzeme türü bulunması, uygun malzeme seçimini önemli kılmaktadır. Ayrıca, birçok sektörün yüksek performanslı çelik malzeme talebinin artması, ihtiyaca cevap verecek çeliklerin üretilmesine yol açmıştır.

Uygulamada maliyeti düşük olduğu için, geleneksel karbon çeliğinin çok fazla uygulaması ile karşılaşılmaktadır. Bu çelikler, demir ve karbon alaşımından oluşur. İçerisinde %0,05 ile %2,0 arasında değişen karbon elementi barındırır. Karbonun yanı sıra manganez, silikon ve bakır gibi az miktarda başka elementler içerebilir. Ancak, bu çelikler neme ve oksijene maruz kaldığında, yüzeylerinde pas ve korozyon oluşur. Bu durum kullanıcılar tarafından arzu edilen bir durum değildir. Ayrıca, yüksek basınç ve yüksek sıcaklık gibi durumlara maruz nükleer enerji santralleri, termik enerji tesisleri ve petro-kimya endüstrisinde kullanılacak çeliklerinde yüksek performanslı olması gereksinimi ortaya çıkmıştır.

Yukarıda bahsedilen uygulamalarda kullanılmak üzere düşük/yüksek sıcaklık ve basınç gibi çevresel etkilerin yanı sıra, korozyon tesirlerine karşı yeterli dayanıma sahip alternatif yeni çelikler geliştirilmiştir. Bu bağlamda, gelişen teknolojiyle birlikte üstün mekanik özelliklere sahip paslanmaz çelikler kullanıcıların hizmetine sunulmuştur. Paslanmaz çelikler ise, en az %10,5 krom elementi içeren, %1,2'den daha az karbon içeren ve oksitleyici ortamlarda paslanmayan çelik olarak tanımlanmakta olup, özelliklerini arttırmak için nikel, molibden ve manganez gibi başka elementleri de içerebilir. Bu tip çelikler; pasif oksit tabakası oluşturan krom içeriği nedeniyle, asitli ve korozyonlu ortamlarda oldukça dayanıklı olup, bunun yanı sıra neme, kimyasallara ve aşırı yüksek ve düşük sıcaklıktaki ortamlara maruz kalındığı durumlarda iyi bir performans sergileyen malzemelerdir. Geleneksel karbon çeliğinde bulunmayan bu özelliğinden dolayı paslanmaz çelikler; mutfak ekipmanları, tıbbi cihazlar, kimyasal işlemler ve deniz ortamlarında üretimi yapılacak özel yapılarda yaygın bir şekilde tercih edilir.

Değişik uygulamalar için mikro yapılarına bağlı olarak; genellikle Ostenitik, Ferritik, Martensitik, Çökelme sertleştirilmiş ve Çift fazlı (dupleks) olmak üzere 5 farklı paslanmaz çelik tipi vardır (Kısasöz, & Karaaslan; Mavi & Uzun, 2017).

Ostenitik ve dubleks tipi paslanmaz çelikler mükemmel korozyon dayanımı, iyi şekillendirilebilme ve kaynaklanabilme özelliklerinden dolayı inşaat sektörü, yağ ve gaz endüstrisi, deniz ve kıyı yapılarında yaygın olarak tercih edilmekte iken, Ferritik paslanmaz çeliklerin ise endüstri ekipmanları, ev aletleri ve otomobil endüstrisinde kullanımı yaygındır. Martensitik çelikler ise yüksek dayanım ve sertlik özelliklerine sahip olduklarından; medikal ekipmanlar, pompa milleri, valf bileşenleri ve mutfak araç/gereçleri gibi alanlarda yaygın kullanımı vardır. Özellikle martensitik tipi paslanmaz çeliklerin, oda sıcaklığının yanı sıra düşük ve yüksek sıcaklıklar altında mükemmel performans gösterdikleri, araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Isfahany et al., 2011). Ancak bu çeliklerin diğer paslanmaz çeliklerin aksine, ısıl işlem sonrası mekanik özelliklerinin değişebileceği ifade edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalar, paslanmaz çelikler üzerindeki korozyon direncini araştırmış olup, ısıl işlem

sonrası mikro yapı ve mekanik özelliklerdeki değişimi inceleyen sınırlı sayıda çalışma yürütülmüştür.

Tukur ve çalışma ekibi (2014), AISI 304 ostenitik paslanmaz çeliğinin (470 °C -750 °C) arasındaki yüksek sıcaklıklardaki mikro yapı ve mekanik özelliklerini araştırmışlardır. Yüksek sıcaklıklara maruz kalan test numunelerinin hassaslaştığı ve bu durumun tane sınırlarında karbür çökelmelerine yol açtığı ifade edilmiştir. Bu karbür çökeltileri ise, taneler arası korozyona karşı direnç üzerinde olumsuz etkiler ile birlikte, dayanım ve tokluk değerlerinde azalma meydana geldiği tespit edilmiştir.

Essoussi ve çalışma ekibi (2019), AISI 304 ostenitik çeliği üzerinde ısıl işlem etkisinin mekanik ve mikroyapısal davranışını araştırmıştır. (950 °C)'ye kadar sıcaklığa maruz bırakılan numuneler, (15) dakika bekletildikten sonra su, yağ ve hava olmak üzere (3) farklı yöntemle soğumaya bırakılmıştır. Hava ile soğutma sonrası incelenen numunelerdeki krom ve nikel elementlerin miktarlarında, oda sıcaklığı ve su ile soğutulan numuneler ile karşılaştırıldığında, önemli derecede değişiklikler olduğu gözlemlenmiştir. Sıcaklık etkisi sonrası sertlik değerlerinde düşüş meydana gelmiştir.

Isfahany ve çalışma ekibi (2011), AISI 420 martensitik çeliği üzerinde ısıl işlem parametrelerinin mekanik özelliklere ve elektrokimyasal davranışa etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmanın deneysel bulguları, östenitleme sıcaklığının mekanik özellikleri önemli ölçüde etkilediğini göstermiştir.

Sultan ve çalışma ekibi (2016), AISI 410 martensitik çeliğinin ısıl işlem sonrası mekanik ve mikro yapısal özelliklerindeki değişimi, üç farklı soğutma yöntemi kullanarak araştırmışlardır.

Salleh ve çalışma ekibi (2013), 440C martensitik çeliğinin oda sıcaklığı ve farklı temperleme koşullarına bağlı olarak mikro yapısal özelliklerinin değişimini incelemişlerdir. (30) dakikalık temperleme süresinde maksimum sertlik değeri elde edilmiş olup, yine (30) dakika temperlenen numunenin hem mikro yapısal, hem de mekanik özelliklerinin en iyi kombinasyona sahip olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışma kapsamında, çok iyi mekanik özelliğinden dolayı uygulamada sıklıkla tercih edilen AISI 440C martensitik paslanmaz çeliğinin, ısıl işlem sonrası performansı araştırılacaktır. Bu çalışmada literatürde yapılan işlemlerden farklı olarak, 6 farklı yüksek sıcaklık (400 °C, 500 °C, 700 °C, 800 °C, 900 °C, 1000 °C) göz önüne alınmış ve 2 farklı soğutma yöntemi sonucu mikro yapıdaki değişiklikleri tespit etmek için, metalografik incelemeler gerçekleştirilmiştir. Isıl işlem ve soğutma sonrası numunelerden elde edilen sertlik değerleri raporlanmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında ise, deneysel çalışma sonucu sıcaklık değişimi ve soğutma yöntemine bağlı olarak elde edilen sertlik değeri değişimindeki trendi ifade eden, parametrik bir çalışma yapılmıştır.

2. YÖNTEM

Deneysel çalışmayı gerçekleştirebilmek için, AISI 440C martensitik paslanmaz çeliğinden meydana gelen, (1 cm x 1 cm) ebatlı, toplamda (13) adet test numunesi göz önüne alınmıştır. Bu numunelerden, (1) adeti oda sıcaklığında, (6) adeti ısıl işlem sonrası hava ile soğutma, (6) adeti ısıl işlem sonrası su ile soğutma sonrası teste tabi tutulacaktır. Deneysel aşama aşağıdaki adımlarla anlatıldığı gibi yapılmıştır.

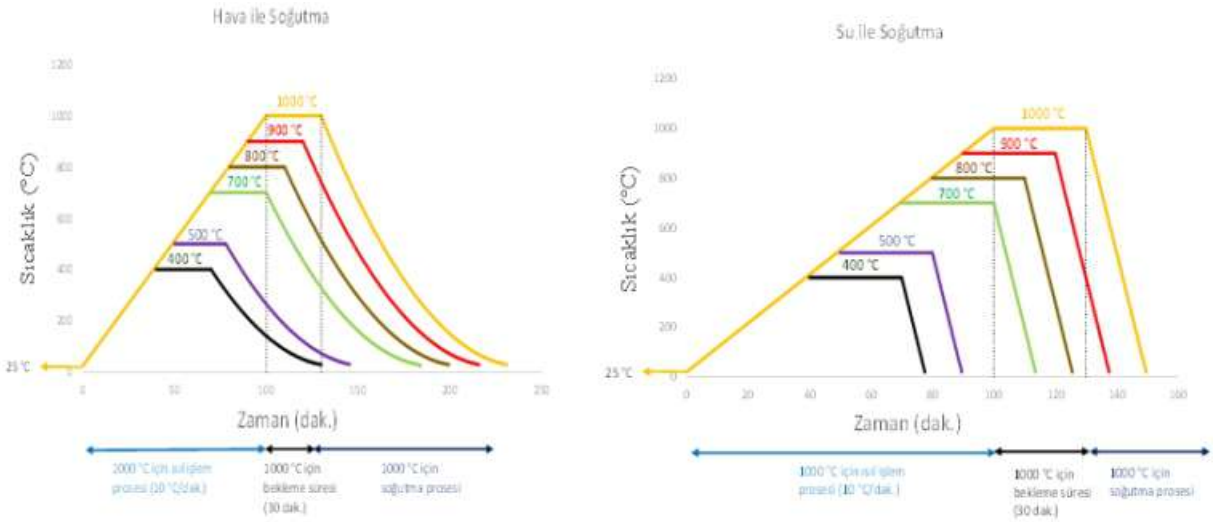
2.1. Numunelerin Isıl İşleme Tabi Tutulması

Isıl işlem için, Şekil 1'de verilen, (1600 °C)'ye kadar ısıtma kapasitesine sahip, "Protherm" marka elektrikli fırın kullanılmıştır.



Şekil 1. Isıl işlem için kullanılan elektrikli fırın

Deneysel çalışmada kullanılan, hava ve su ile soğutma yöntemleri için, Şekil 2'de verilen ısıl işlem, bekleme ve soğutma adımları izlenmiştir.



Şekil 2. Deneye tabi tutulan numuneler için ısıtma-bekleme-soğutma prosesi: a) hava ile b) su ile

Deney numuneleri; Şekil 1'de verilen fırına, sıcaklıkları dakikada (10 °C) artacak şekilde ayarlanarak, (6) farklı sıcaklık işlemine maruz bırakılmıştır. Ulaşılan işlem sıcaklığında, numunelerin bütün yüzeylerinin sıcaklığa homojen bir şekilde maruz kalması amacıyla, her sıcaklığa erişildikten sonra, fırın içerisinde (30) dakikalık bir bekleme süresi göz önüne alınmıştır. Sonrasında ise Şekil 2'de görüldüğü üzere, (2) farklı soğutma yöntemi göz önüne alınarak, numuneler hava veya su ile soğumaya bırakılmıştır.

2.2. Numunelerin Bakaliteye Alınması

Oda sıcaklığı ve farklı sıcaklıklarda ısıl işlemlere tabi tutulmuş ve sonrasında hava veya su ortamlarında soğutulmuş olan numunelerin, metalografik incelenmeye alınabilmesi için, Şekil 3'de verilen bakalite alma cihazı yardımıyla, bakalitlenme işlemleri gerçekleştirilmiştir ve görselde verilen bakalite test numuneleri hazırlanmıştır.



Şekil 3. Ecopress 100 bakalite alma cihazı ve bakaliteye alınmış test numuneleri

2.3. Numunelerin Zımparalanması, Parlatılması ve Dağlanması

Metalografik incelenme öncesinde; numunelerin zımparalanma ve parlatma işlemleri, Şekil 4'de verilen zımparalama-parlatma cihazında yapılmıştır. Zımparalama işlemleri için (180, 320, 400, 600, 800, 1200 ve 2400'lük) Silicon Carbide kağıtlar kullanılmıştır. Numunelerin parlatma işlemleri sonrasındaki dağlama işlemleri, %10 Nital dağlama solüsyonu kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4. Forcipol 2V grinder-polisher cihazı

2.4. Numunelerin Metalografik Görüntülemeleri

Bir önceki adımda, oda sıcaklığı ve farklı sıcaklıklarda ısıl işlemelere tabi tutulmuş ve sonrasında hava veya su ortamlarında soğutulmuş olan AISI 440C çelik numunelerin; her bir zımpara kademesi ile zımparalanma ve parlatma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Parlatma işlemleri sonrasındaki dağlama işlemlerini takiben metalografik görüntülemeler, Şekil 5'de verilen metalografi cihazında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5. Nıkon eclipse LV150N metalografi cihazı

2.5. Numunelerin Sertlik Ölçümlerinin Yapılması

Farklı sıcaklıklarda ısıl işlemlere tabi tutulmuş ve sonrasında hava veya su ortamlarında soğutulmuş olan numunelerin sertlik ölçümleri, Şekil 6'da verilen sertlik cihazı kullanılarak, 300 gf için bulunmuştur.

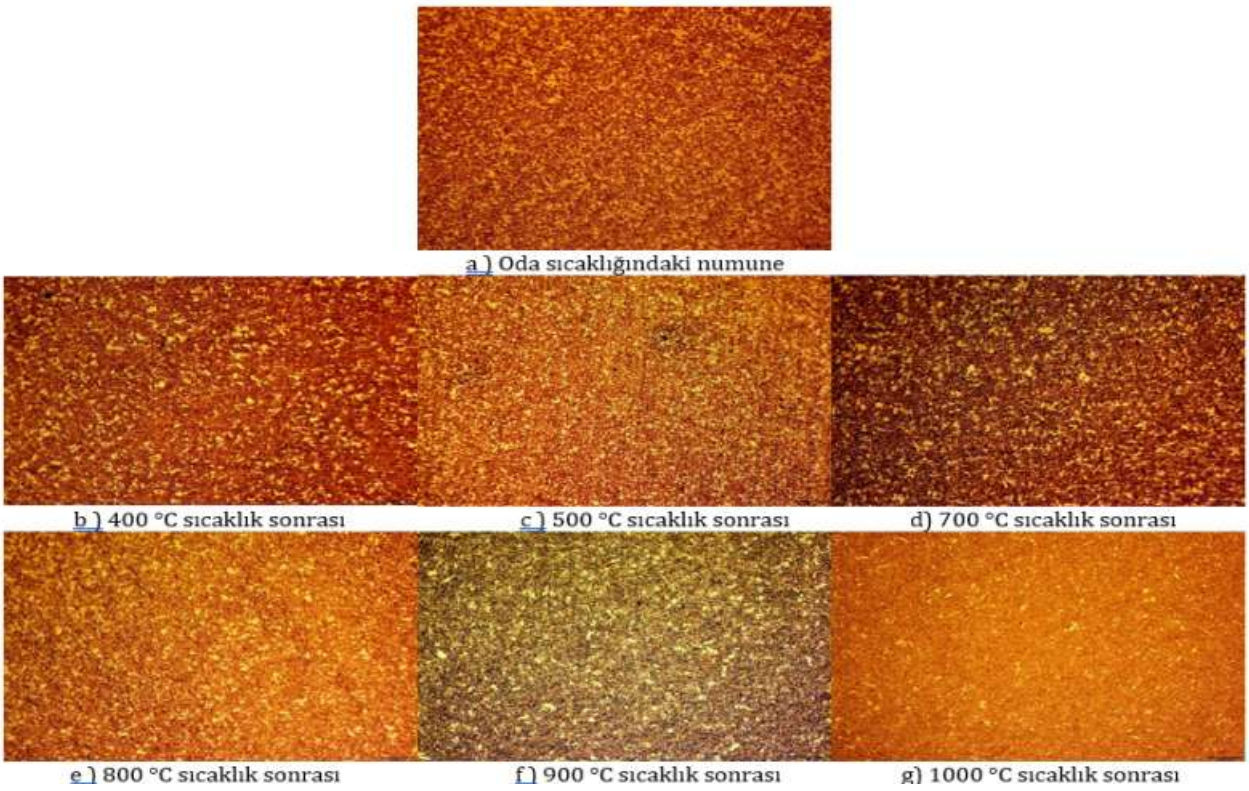


Şekil 6. Duroline-M microhardness tester cihazı

3. BULGULAR

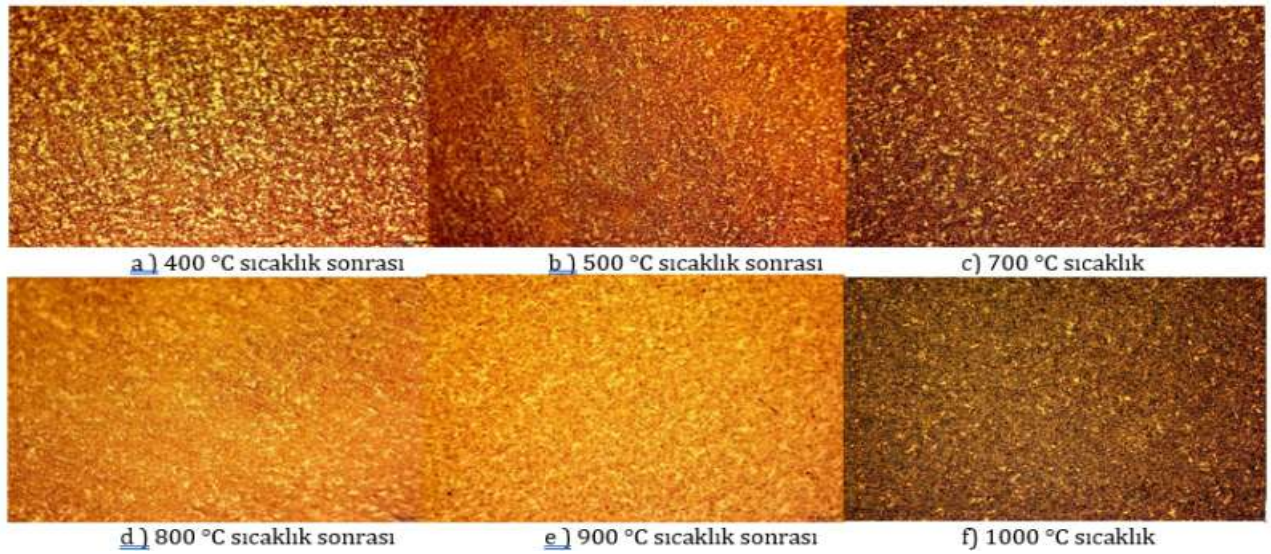
3.1. Hava veya Su ile Soğutulan Test Numunelerinin Dağlama Görüntülerinin Elde Edilmesi

Elde edilen dağlama görüntüleri, hava veya su soğutma yöntemlerine göre, Şekil 7 ve Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 7. Farklı sıcaklıklarda ısıl işlem görüp, hava ile soğutulan test numunelerinin dağlama sonrası görüntüleri

Şekil 7a'da görüldüğü üzere, oda sıcaklığındaki test numunesinin mikro yapısı, tipik martensitik paslanmaz çeliğinin sahip olduğu martensitik yapıyı göstermektedir. Şekil 7b'de, 400 °C ısıl işlem sonrası hava ile soğutulan numunede temperlenmenin başladığı görülmektedir. Şekil 7c'de, 500 °C'de ısıl işlem sonrası hava ile soğutulan numunede temperleme, martenzitin daha fazla parçalanmasına yol açmıştır. Burada mikro yapının; daha belirgin karbür çökeltileri içeren, daha yüksek hacimli temperlenmiş martensit içerdiği görünmektedir. Şekil 7e'de, 800 °C'de ısıl işlem sonrası hava ile soğutulan numunede mikroyapı, martensitten ferrit ve perlite dönüşüm göstermeye başlamıştır. Şekil 7f'de, 900 °C'de ısıl işlem sonrası hava ile soğutulan numunede mikro yapının daha homojen bir ferrit ve karbür karışımına dönüştüğü ve orjinal martenzit fazının büyük bir kısmının kaybolduğu, tam tavlama aşamasına yaklaştığı görülmektedir.

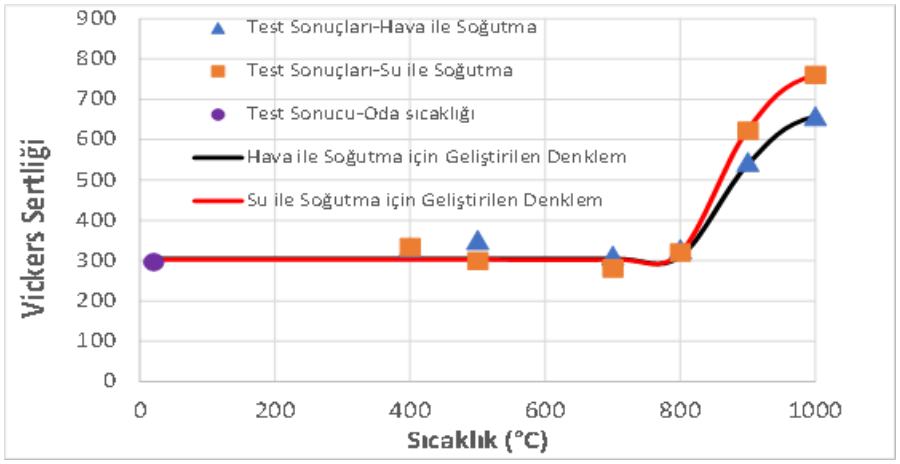


Şekil 8. Farklı sıcaklıklarda ısıl işlem görüp, su ile soğutulan test numunelerinin dağlama sonrası görüntüleri

Şekil 8'de, 400 °C ısıl işlem sonrası su ile soğutulan numunede, hava ile soğutulan numunedeki mikro yapıya benzer bir durum gözlenmekle birlikte, temperlenmenin başladığı görülmektedir. Şekil 8b'de, 500 °C'de ısıl işlem sonrası su ile soğutulan numunenin mikro yapısında, daha fazla karbür çökeltisi ve temperlenmiş martenzit ile daha fazla temperleme etkisi görülmektedir. Şekil 8c'de, 700 °C'de ısıl işlem sonrası su ile soğutulan numunenin mikro yapısında, daha fazla karbür çökelmesi meydana gelmiştir. Mikro yapı, temperlenmiş martensit ve karbürlerin karışımını içermektedir. Şekil 8e'de, 900 °C'de ısıl işlem sonrası su ile soğutulan numunenin mikro yapısının temperlenmiş martensit ve tutulan ostenit veya ferrit karışımından oluşan, kısmen tavlanmış bir forma ulaştığı görülmektedir. Şekil 8f'de, 1000 °C'de ısıl işlem sonrası su ile soğutulan numunede, ostenitleşme meydana geldiği görülmektedir.

3.2. Sertlik Değerlerinin Elde Edilmesi ve Parametrik Çalışma

Farklı sıcaklıklar ve soğutma sonucu AISI 440C çeliği için elde edilen sertlik değerleri Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9. AISI 440C çeliğinin farklı sıcaklıklarda ısıl işlem sonrası hava veya su ile soğutma durumlarına göre elde edilen sertlik değerleri ve geliştirilen pratik model

Şekil 9'dan görüldüğü üzere, 400 °C'lik bir ısıl işlem uygulandığı durumda, her iki soğutma sonucu ölçülen sertlik değerlerinde bir miktar artış olması rağmen, 700 °C'de ise sertlik değeri bir miktar azalım eğilimindedir. 800 °C'den sonra, her iki soğutma yöntemi göz önüne alındığında, sertlik değerlerinde kayda değer bir artışın başladığı gözlemlenmiş olup, 1000 °C'lik sıcaklığa maruz kalan numunelerde ise, maksimum sertlik değerleri ölçülmüştür.

Deneysel çalışmadan elde edilen bulgulardan yararlanarak, genel trendi yakalayabilmek adına, Şekil 9'da verilen AISI 440C çeliğinin sertlik değerlerinin matematiksel olarak temsilini ifade eden bir denklem geliştirilmesi gereği doğmuştur. Bu amaçla sıcaklık değişimine bağlı sertlik değerini tahmin edebilmek adına, Denklem (1) geliştirilmiştir.

$$Sertlik = A + \frac{B}{\left[1+\left(\frac{T}{C}\right)^{D}\right]} \quad (1)$$

Denklem (1)'de T sıcaklık değişimini ($T \leq 1000$ °C); A, B, C, D terimleri ise denklem sabitlerini temsil etmekte olup, farklı soğutma yöntemlerine göre bu sabitler Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1

A, B, C, D Terimlerinin Değerleri

Soğutma Yöntemi	**A**	**B**	**C**	**D**
Hava	660.51	-355.51	885.77	40.868
Su	766	-463	879	34.8

Geliştirilen denklem (1) ve Tablo (1) yardımıyla, AISI 440C martensitik paslanmaz tipi çeliklerin, maruz kaldıkları sıcaklık ve soğutma tipine bağlı olarak, sertlik değişimleri kolayca tahmin edilebilmektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında, uygulamada sıklıkla kullanılmakta olan AISI 440C martensitik paslanmaz çeliğinin, farklı sıcaklıklarda ısıl işlem ve soğutma tipine maruz kaldığı durumlarda, mikro yapı incelemesi gerçekleştirilmiştir. Bu amaca uygun olarak hem deneysel hem de parametrik bir çalışma planlanmıştır. Çalışmada oda sıcaklığının yanı sıra 6 farklı yüksek sıcaklık göz önüne alınmıştır. Her bir sıcaklığa maruz kalan test numunesi, belli bir süre istenilen sıcaklıkta bekletildikten sonra, hava ya da su yöntemlerinden birisiyle soğumaya bırakılmıştır. Her iki soğutma yöntemi göz önüne alındığında, (800 °C)'ye kadar sıcaklığa maruz kalan test numunelerinin sertlik değerlerinde önemli bir değişiklik gözlemlenmemiştir. (1000 °C) sıcaklığa çıkıldığında ise, her iki soğutma türünden herhangi birine maruz kalan numunelerin sertliklerinde kayda değer artışlar gözlemlenmiştir. Oda sıcaklığındaki sertlik değeri göz önüne alındığında, hava ile soğutma durumunda sertlik değeri (2.2) kat artarken, su ile soğutulan test numunelerin sertlik değerlerinde (2.6) kata yakın bir artış gözlemlenmiştir.

Ayrıca, mikro yapı incelendiğinde, hava soğutma yöntemi, test numunelerinin daha yavaş soğumasına neden olduğu için, faz dönüşümleri daha fazla zaman almıştır. Diğer taraftan su soğutma, daha hızlı soğutma hızına sahip olduğu için, daha fazla martensit ve daha ince

karbürleri tutmaktadır. Hava ile soğutma sonucu numunelerde ise daha fazla temperlenmiş martensit, daha az tutulan martensit ve daha kaba karbür parçacıkları meydana gelmektedir. Bu durum su ile soğutulan numunelere göre daha düşük sertlik sağlar. Özellikle 800 °C üzeri sıcaklıklarda iken, su ile soğutma durumunda ise daha hızlı soğuma daha ince tane boyutu ve daha fazla martensit tutulmasına neden olur ve bu da özellikle yüksek sıcaklık etkisi sonrası sertliğin artmasına yol açmıştır.

Çalışmanın parametrik kısmında ise, sıcaklık değişimi boyunca sertlik değişimini temsil eden pratik bir denklem geliştirilmiştir. Geliştirilen bu denklem (Denklem (1)) yardımıyla, AISI 440C çeliğinin maruz kaldığı sıcaklığa ve soğutma tipine bağlı olarak, çeliğin sertlik değeri, yeni bir sertlik ölçüm işlemi gerektirmeden, kolayca hesaplanabilmektedir.

5. KAYNAKLAR

Isfahany, A.N., Saghafian, H., Borhani, G., 2011. The Effect of Heat Treatment on Mechanical Properties and Corrosion Behavior of AISI420 Martensitic Stainless Steel. Journal of Alloys and Compounds, 509(9), 3931-3936.

Kısasöz, A., Karaaslan, A., 2012. Dubleks Paslanmaz Çeliklerde Oluşan Yüksek Sıcaklık Fazlarına Genel Bir Bakış. Teknik Yazı, Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Metalurji Mühendisleri Odası, 7, 162.

Mavi, A., Uzun, G., 2017. Dubleks 1.4462 Paslanmaz Çeliğin Tornalamasında Kesme Parametrelerinin İşlenebilirlik Üzerine Etkisi. Gazi University Journal of Scienceb Part C: Design and Technology, 5(3), 177-184.

Salleh, S.H., Derman, M.N.B., Omar, M.Z., Syarif, J., Abdullah, S., 2013. Microstructure and Properties of Heat-Treated 440C Martensitic Stainless Steel. In Defect and Diffusion Forum, Trans Tech. Publications Ltd., 334, 105-110.

Sultan, S., Shabu, A., Garash, I., 2016. The Effect of Heat Treatment on The Mechanical Properties and Microstructure of Martensitic Stainless Steel AISI 410. Libya for Applied and Technical Science, 3(1), 8-15.

Tukur, S.A., Dambatta., M.S., Ahmed, A., Muaz, N.M., 2014. Effect of Heta Treatment Temperature on Mechanical Properties of the AISI 304 Stainless Steel. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 3(2), 9516-9520.

DETERMINATION OF ANTIBACTERIAL AND ANTIFUNGAL POTENTIAL OF Trachystemon orientalis (L.) G. DON (KALDİRİK) PLANT COLLECTED FROM ORDU PROVINCE

ORDU İLİNDEN TOPLANAN *Trachystemon orientalis* (L.) G. DON (KALDİRİK) BİTKİSİNİN ANTİBAKTERİYEL VE ANTİFUNGAL POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ

Aysel VEYİSOĞLU[1*], Demet TATAR[2]

[1]Doç.Dr., Sinop Üniversitesi, mikrobiyoloji, 0000-0002-1406-5513

[2]Doç.Dr., Hitit Üniversitesi, mikrobiyoloji, 0000-0002-9317-3263

Özet

Karadeniz Bölgesi'nde doğal olarak yetişen Kaldirik (*T. orientalis* (L.) G. Don) insanlar için önemli bir besin kaynağıdır. Kaldirik bitkisinin sapları ve yaprakları birlikte tüketilebileceği gibi ayrı ayrıda tüketilebilmektedir. Bu çalışmada Kaldirik bitkisinin (*T. orientalis* (L.) G. DON) yaprak ve çiçekli sap kısımlarının metanol ve hekzan çözücüleriyle hazırlanan ekstraktların üç gram-pozitif, üç gram negatif ve iki fungusa karşı antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi amacıyla Ordu ili Yüceler Köyü'nden 2025 yılında bitki materyalleri toplandı. Toplanan bitki materyalleri doğrudan güneş ışığına maruz bırakılmadan oda sıcaklığında gölgede iki haftada kurutuldu. Kurutulan bitki materyalleri toz haline getirilip iki farklı çözücü (metanol (polar) ve hekzan (apolar)) ile ekstraktları hazırlandı. Ekstraktların üç gram-pozitif (*Bacillus cereus* ATCC 14579, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 ve *Staphylococcus aureus* ATCC 25923), üç gram-negatif (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 70060 ve *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853) ve iki fungusa (*Aspergillus niger* ATCC 16404 ve *Candida albicans* ATCC 1023) karşı olan antimikrobiyal aktiviteleri disk difüzyon yöntemi kullanılarak belirlendi. Polar çözücü olan metanol ve apolar çözücü olan hekzan ile hazırlanan ekstraktlar karşılaştırıldığında polar çözücü ile hazırlanan ekstraktların daha iyi antibakteriyel etki gösterdiği görülmektedir. Ayrıca yaprak-gövde ve çiçek-gövde ekstraktlarının antimikrobiyal aktiviteleri değerlendirildiğinde yaprak-gövdeden elde edilen ekstraktlar antimikrobiyal aktivite göstermezken çiçek-gövdeden elde edilen ekstraktların antimikrobiyal aktivite gösterdiği gözlemlenmiştir. Çiçek-gövdeden elde edilen ekstraktlar gram-pozitif ve gram-negatif bakterilere karşı antibakteriyel etki gösterirken, funguslara karşı hiçbir antifungal aktivite göstermemiştir.

Anahtar kelimeler: *Trachystemon orientalis* (L.) G. Don, metanol ekstrakt, antimikrobiyal aktivite

Abstract

Kaldirik (*T. orientalis* (L.) G. Don), which grows naturally in the Black Sea Region, is an important food source for humans. The stems and leaves of the Kaldirik plant can be consumed together or separately. In this study, plant materials were collected from Yüceler Village of Ordu province in 2025 in order to determine the antimicrobial effects of extracts prepared with methanol and hexane solvents of the leaves and flowering stems of the Kaldirik plant (*T. orientalis* (L.) G. DON) against three gram-positive, three gram-negative and two fungi. The

collected plant materials were dried in the shade at room temperature for two weeks without being exposed to direct sunlight. Dried plant materials were powdered and extracts were prepared with two different solvents (methanol (polar) and hexane (polar)). Antimicrobial activities of the extracts against three gram-positive (*Bacillus cereus* ATCC 14579, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 and *Staphylococcus aureus* ATCC 25923), three gram-negative (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 70060 and *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853) and two fungi (*Aspergillus niger* ATCC 16404 and *Candida albicans* ATCC 1023) were determined using the disk diffusion method. When the extracts prepared with the polar solvent methanol and the apolar solvent hexane were compared, it was seen that the extracts prepared with the polar solvent showed better antibacterial activity. In addition, when the antimicrobial activities of leaf-stem and flower-stem extracts were evaluated, it was observed that the extracts obtained from leaf-stem did not show antimicrobial activity, while the extracts obtained from flower-stem showed antimicrobial activity. The extracts obtained from flower-stem showed antibacterial activity against gram-positive and gram-negative bacteria, but no antifungal activity against fungi.

Keywords: *Trachystemon orientalis* (L.) G. Don, methanol extract, antimicrobial activity

1. INTRODUCTION

Türkiye has a great potential in terms of plant diversity and there are 11,707 plant species in the Turkish flora, 3,607 of which are endemic (Sevgi & Akkemik, 2014). After the positive effects of some wild plants on health were discovered; interest in these plants has increased. There are plant species that have adapted to climatic conditions in regions with different characteristics. The Black Sea Region is one of the limited regions that maintains plant diversity in nature and consumer culture with its widespread untouched areas. Kaldirik (*T. orientalis*), which grows naturally in the Black Sea Region, is an important source for human nutrition (Ayhan, 2018). It is consumed as a vegetable in various regions of the Black Sea (Demirel, 2023).

The stems and leaves of the Kaldirik plant can be consumed together or separately. The young and green leaves are consumed in the Black Sea region by making Kaldirik soup, similar to beet soup. In addition, pickles are made from the roots and stems and consumed for breakfast by breaking eggs on top. It can be consumed by frying with onions, as well as as a stuffing or filling for pastries (Akçin et al., 2004).

Its local names are Kaldirik, Ispıt, Hodan, Galdirek and Kalduruk (Bolu); Tomara (Trabzon) and Zılbıt (Sinop and Zonguldak). This plant is sold in open markets, especially in the provinces in the Black Sea region (Akçin et al., 2004).

In Turkey, the genus *Trachystemon* G. Don is represented by a single species, *Trachystemon orientalis* (L.) G. Don, belonging to the *Boraginaceae* family (Akçin et al., 2004). This plant species is distributed in Eastern Bulgaria and Western Caucasus in the world and in the Black Sea Region in Turkey.

This plant is widespread in the Black Sea region of Turkey, Eastern Bulgaria, Western Caucasus and various habitats (Yılar et al., 2014). However, it has been reported that some individuals who have settled in Germany, especially from Turkey, grow it in their gardens (Gladis & Pistrick, 2011). Individuals of this species are 30-40 cm tall, perennial hairy plants with a rhizome root structure, broad leaves and blue-red flowers (Özcan, 2008; Demirel, 2023).

According to the Turkish Flora records, the Kaldirik plant grows widely in humid, shady dense forests and riversides at altitudes of 50 to 1000 m. It is used in medical treatments as an

antipyretic, diuretic, laxative, anticancer, analgesic and antirheumatic plant. In addition, it has been emphasized that it has an important place in rheumatic diseases and wound healing (Bıyık et al., 2023). The antioxidant, antifungal and herbicide properties of this plant have been determined in previous studies (Yılar et al., 2014).

It has been determined that some tissue extracts of Kaldirik plant exhibit antimicrobial activity. It has been found that it has an antimicrobial effect especially on *Escherichia coli*, a gram-negative bacterium. It is thought that tannin, saponin, phenolic and flavonoid compounds detected in Kaldirik plant contribute to the formation of antimicrobial activity. Saponins show antimicrobial properties by changing cell surface tension and membranolytic properties; tannins show antimicrobial activity by inhibiting microbial enzymes, destroying substrates for microbial growth and inhibiting oxidative phosphorylation (Ayhan, 2018; Demirel, 2023).

In addition, it has been reported in studies that this plant exhibits allelopathic, antiviral and antioxidant activity (Karagöz et al., 2004; Özkurt et al.2007; Özen, 2010; Yılar et al., 2014).

In this study, the antimicrobial effects of extracts of leaf-stem and flower-stem parts of *T. orientalis* plant prepared with two different solvents (methanol and hexane) against three gram-positive, three gram-negative and two fungi were investigated.

2. METHOD

2.1 Collection of *Trachystemon orientalis* Kaldirik Plant

In the study, the plant, whose Turkish name is Kaldirik and is widely used, which varies from region to region, was collected as two different parts, leaf-stem and flower-stem, on 20.03.2025 and dried in the shade at room temperature for two weeks without being exposed to direct sunlight.

2.2. Preparation of Extracts

To obtain plant extracts, dried plant parts were ground into powder using a mechanical grinder. 40 g of powdered plant parts were taken and kept at room temperature overnight in a shaking incubator at 180 rpm to mix with 200 ml of solvent (methanol and hexane). Extraction was performed by modifying the method suggested by Hassanin et al. (2020). The extracts were evaporated to dryness using a rotary vacuum evaporator (Heidolph Hei-Vap Series) at a temperature below 40 degrees with reduced pressure, and the obtained paste-like extracts were diluted with 25% dimethyl sulfoxide (DMSO) and antimicrobial activity studies were performed without waiting (Hassanin et al., 2020, Saad et al., 2020)

2.3. Antimicrobial Activity

Antimicrobial activities of plant extracts were determined using disk diffusion method (Collins et al., 1989; Bradshaw, 1992). Pathogenic microorganisms used in the study were obtained from the American Type Culture Collection. Three isolates of Gram-positive bacteria (*Bacillus cereus* ATCC 10987, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212), three isolates of Gram-negative bacteria (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 70060, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853), two isolates of fungi (*Candida albicans* ATCC 10231 and *Aspergillus niger* ATCC 16404) were used in the antimicrobial activity study.

Muller Hinton Agar (MHA) and Sabouraud Dextrose Agar (SDA) (Difco) were used to activate bacterial cultures and before the study, microorganisms were transferred to Muller Hinton Broth (MHB) for bacteria and Sabouraud Dextrose Broth (SDB) for fungi (Difco) and left to grow

overnight at 37°C (28°C for fungi). The turbidity of the prepared suspensions of pathogenic microorganisms was adjusted to 0.5 McFarland and pathogenic microorganisms were spread on the surface of the agar plate with 100 µl sterile swabs and left to dry in Laminar Flow for five minutes. Extracts prepared using methanol and hexane were impregnated with 25 µl at a concentration of 10 mg/ml onto disks (6 mm) placed in petri dishes and left to dry in Laminar Flow for five minutes. After drying, the petri dishes containing bacteria were incubated overnight at 37°C, and the petri dishes containing fungi were incubated at 28°C. 25% DMSO was used as a blank control, Ampicillin (AM10), Gentamicin (CN10) for positive control, and Nystatin (NS100) for fungi. The zone of inhibition was observed and measured in millimeters (mm).

3. FINDINGS

Two separate parts of the *T. orientalis* Kaldirik plant, leaf-stalk and flower-stalk, were collected from the Yüceler village of Ünye district of Ordu on 20.03.2025 and dried in the shade at room temperature for two weeks without exposure to direct sunlight (Şekil 1-2). A schematic visualisation of the extraction process is given in Figure 2.



Figure 1. *T. orientalis* bitkisinin çiçek ve yaprak görseli

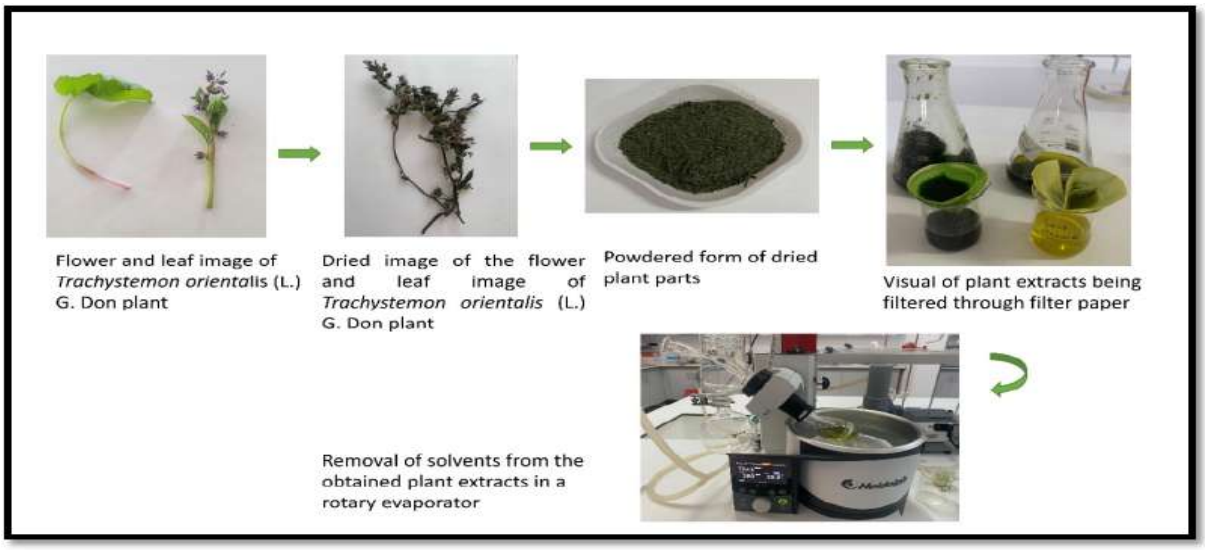


Figure 2. Schematic view of the preparation of *T. orientalis* extracts

Antimicrobial activities of extracts prepared with two different solvents (methanol and hexane) from leaf-stem and flower-stem parts of *T. orientalis* plant, determined by disk diffusion method, are given in Table 1. The inhibition zones observed after the antimicrobial activity study vary depending on the solvents used in the extraction and the pathogenic microorganisms used.

Table 1

Antimicrobial activity of *T. orientalis* extracts prepared with methanol and hexane solvents

Inhibition zones (mm) of T. orientalis extracts (10 mg/mL)							
	Flower-Stem		**Leaf-Stem**		**Positive control**		
Microorganisms	**Methanol**	**Hexane**	**Methanol**	**Hexane**	**Ampicillin (AMP10)**	**Gentamicin (GN10)**	**Nystatin (NS100)**
B. cereus	9	14	-	-	30	22	ND
S. aureus	9	9	-	-	18	25	ND
E. faecalis	15	10	-	-	30	15	ND
E. coli	20	10	-	-	20	15	ND
K. pneumoniae	20	10	-	-	40	30	ND
P. aeruginosa	12	9	-	-	30	15	ND
C. albicans	-	-	-	-	ND	ND	20
A. niger	-	-	-	-	ND	ND	30

ND: Not determined; (-): No inhibition zone was shown



Figure 3. Inhibition zones formed by methanol and hexane extracts obtained from flower-stem of *T.orientalis* plant against *B.cereus* and *S.aureus* pathogens (AMP: Ampicillin; CN: Gentamicin)

4. CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

Antimicrobial activities of extracts prepared with two different solvents (methanol and hexane) from leaf-stem and flower-stem parts of *T. orientalis* plant, determined by disk diffusion method, are given in Table 1. The inhibition zones observed after the antimicrobial activity study vary depending on the solvents used in the extraction and the pathogenic microorganisms used.

In general, when the leaf-stem and flower-stem parts of the kaldirik plant were evaluated, the extracts obtained from the flower-stem showed antibacterial effect, while the extracts obtained from the leaf-stem showed no antimicrobial effect. When the extracts obtained from the flower-stem with methanol and hexane solvents were compared, it was seen that methanol, a polar solvent in the extract, showed a more effective antibacterial effect than hexane, a nonpolar solvent, while the extracts of the two solvents did not show any antifungal effect against fungi. Against *B.cereus*, flower-stem methanol extract created 9 mm zone diameter, while hexane extract created 14 mm inhibition zone diameter. Against *S.aureus*, methanol and hexane extract created the same inhibition zone diameter with 9 mm zone diameter. Against *E. faecalis*, methanol extract formed a inhibition zone diameter of 15 mm and hexane extract formed a zone diameter of 10 mm. The methanol extract created an inhibition zone diameter of 20 mm and the hexane extract created an inhibition zone diameter of 10 mm against *E.coli*, a gram-negative bacteria. Against another Gram-negative bacterium, *K.pneumoniae*, methanol extract created an inhibition zone diameter of 20 mm and hexane extract created an inhibition zone diameter of 10 mm. Against another Gram-negative bacterium, *P.aeruginosa*, methanol extract created an inhibition zone diameter of 12 mm and hexane extract created an inhibition zone diameter of 9 mm (Table 1; Figure 3).

When compared with the standard antibiotics used, *E. coli* from Gram-negative bacteria formed a better inhibition zone than Gentamicin antibiotic, while it formed the same inhibition zone as Ampicillin antibiotic. *E. faecalis*, a Gram-positive microorganism, formed the same inhibition zone as the antibiotic gantamicin. Other evaluated extracts formed lower inhibition zones than the standard antibiotics used (Table 1; Figure 3).

In the study conducted by Yılar et al. in 2014, they investigated the antifungal effect of T. orientalis against plant pathogens *Fusarium acuminatum* Ell.&Everh., *Fusarium oxysporum* (Schlechtendahl:Fries) *f.* sp.*radicis-lycopersici* (Jarvis & Shoemaker) and *Fusarium solani* Sorauer. As a result of the study, it was determined that different concentrations of T. orientalis plant extracts inhibited the mycelium development of phytopathogenic fungi compared to the control.

In the study conducted by Onaran and Yılar in 2012, the antifungal activities of aqueous extracts obtained from leaves, roots and flowers of *T. orientalis* were evaluated against five plant pathogenic fungi, namely *Ascochyta rabiei* (Pass) Labr., *Fusarium oxysporum* (Schlechtendahl:Fries) f. sp. *melonis* (Snyder & Hansen), *Fusarium oxysporum* (Schlechtendahl:Fries) f. sp. *radicis-lycopersici* (Jarvis & Shoemaker), *Verticillium dahliae* (Kleb.) and *Rhizoctonia solani* Kühn, respectively. As a result of the study, it was seen that the flower aqueous extract showed the maximum inhibitory effect against the mycelial growth of plant pathogens, followed by leaf and root extracts, respectively. The flower extract completely inhibited the mycelial growth of *A. rabiei*, *V. dahliae* and *R. solani* at all applied doses. According to the results of the study, it was observed that *T. orientalis* aqueous extracts had high antifungal activity against plant pathogens.

Ayhan, evaluated the antimicrobial activities of *T. orientalis* stem and leaf extracts using the disk diffusion method in his thesis completed in 2018. In the study, they examined the

antimicrobial activity against *C.krusei*, *C.albicans*, *K.pneumoniae*, *E.coli*, *E.aerogenes*, *B. subtilis*, *S.aureus* and *P.aeruginosa* and showed that they exhibited different levels of antimicrobial activity against all tested microorganisms.

This study and similar studies show that pharmacological studies on edible plants growing in the Black Sea region show that these plants can be important resources for the pharmaceutical industry and can be integrated into many treatment methods in modern medicine. It is thought that the phenolic compounds, essential oils and bioactive peptides found in the plant can be used as an alternative in the food and pharmaceutical sectors due to their antimicrobial and antioxidant effects.

5. REFERENCES

Akçin, Ö.E., Kandemir, N., Akçin, Y. (2004). A Morphological and Anatomical Study on A Medicinal and Edible Plant *Trachystemon orientalis* (L.) G. Don (*Boraginaceae*) in the Black Sea Region. Turk J Botany, 28(4), 435-42.

Ayhan, B.S. (2018). *Trachystemon orientalis* Ekstraktlarının Antimutajenik, Antimikrobiyal Ve Antioksidan Aktivitelerinin Araştırılması. Yüksek Lisans. Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı. Giresun.

Bıyık, B., Yılmaz Sarıaltın, S., Gökbulut, A., Çoban, T., Çoşkun, M. (2023). *Trachystemon orientalis* (L.) G. Don as a Valuable Source of Rosmarinic Acid: Biological Activities and HPLC Profiles. Turk J Pharm Sci., 20(3), 141-148.

Bradshaw, L.J. (1992). Laboratory of microbiology. Saunders College Publishing, Saunders, US, pp: 435.

Collins, C.M., Lyne, P.M., & Grange, J.M. (1989). Microbiological Methods. Butterworths, London, UK, pp: 410.

Demirel, Y. (2023). Farklı Pişirme Yöntemlerinin Kaldirik Bitkisinin (*Trachystemon orientalis* (L.) G. Don) Antioksidan Kapasitesi ve Fenolik Bileşik İçeriği Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Başkent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, Beslenme ve Diyetetik Doktora Programı. Ankara.

Gladis, T., Pistrick, K. (2011). *Chaerophyllum byzantinum* Boiss. and *Trachystemon orientalis* (L.) G. Don—Recently Introduced from Turkish Wild Flora as New Crop Species among other Interesting Findings from İmmigrant Gardens in Western Germany. Genet Resour Crop Evol, 58, 165-174.

Hassanin, A.A., Saad, A.M., Bardisi, E.A., Salama, A., Sitohy, M.Z. (2020). Transfer of Anthocyanin Accumulating *Delila* and *Rosea1* Genes from The Transgenic Tomato Microtom Cultivar to Moneymaker Cultivar by Conventional Breeding. J Agric Food Chem, 68, 10741-10749.

Karagöz, A., Cevahir, G., Özcan, T., Sadıkoğlu, N., Yentür, S., Kuru, A. (2004). Bazı yüksek bitkilerden hazırlanan sulu ekstrelerin antiviral aktivite potansiyellerinin değerlendirilmesi. 14.Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Bildiriler. 29-31 Mayıs 2002. Eskişehir. Web'de yayın tarihi: Haziran 2004.

Kayalı, D. (2019). *Trachystemon orientalis* (L.) G. Don (*Boraginacea*e) Bitkisinin Böbrek Taşı Oluşumu Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Histoloji ve Embriyoloji Ana bilim dalı, İstanbul.

Onaran, A., Yılar, M. (2012). Antifungal Activity of *Trachystemon orientalis* L. Aqueous Extracts Against Plant Pathogens. Journal of Food, Agriculture & Environment, 10(3-4), 287-291.

Özcan, T. (2008). Analysis of the Total Oil and Fatty Acid Composition of Seeds of Some *Boraginaceae* Taxa from Turkey. Plant Syst Evol, 274, 143-153.

Özkurt, M., Yılar, M., Önen, H. (2007). *Trachystemon orientalis* (L.) G. Don. (Kaldırık)'nin Allelopatik Potansiyelinin Belirlenmesi. Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi 27-29 Agustos, Isparta.

Özen, T. (2010). Antioxsidant activity of wild edible plants in the Black Sea Region of Turkey. Grasas Y. Aceites. 61(1): 86-94.

Saad, A.M., Mohamed, A.S., Ramadan, M.F. (2020). Storage and Heat Processing Affect Flavors of Cucumber Juice Enriched with Plant Extracts. Int. J. Veg. Sci,1-11.

Sevgi, O., Akkemik, Ü. (2014). Orhan Sevgi ve Ünal Akkemik'in Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler) Adlı Eserin Bilgi Kaynağı ve Terim Yaklaşımı Üzerine Bir Değerlendirme (ATD 2(1): 50-67, 2014) Adlı Makaleye İlişkin Prof. Dr. Adil Güner'in Editöre Mektuba Yazarların Yanıtı. Avrasya Terim Dergisi, 2(2), 6-10.

Yılar, M., Onaran, A., Yanar, Y., Belgüzar S., et al. (2014). *Trachystemon orientalis* (L.) G. Don (Kaldırık)'ın Herbisidal ve Antifungal Potansiyeli. Journal of the Institute of Science and Technology, 4(4), 19-27.

MODELING OF 3D FLOW OF BURGERS NANOFLUID ON A BIDIRECTIONALLY STRETCHED SURFACE IN DOUBLE-STRATIFICATION BIOCONVECTION WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Andaç Batur ÇOLAK

Assoc. Prof. Dr., Niğde Ömer Halisdemir University, Department of Information Systems and Technologies, 51240 Niğde, TÜRKİYE, ORCID: 0000-0001-9297-8134

Abstract

This study models the three-dimensional flow of Burgers nanofluid over a bidirectionally stretched surface within a double-stratification bioconvection environment using Artificial Neural Networks. The problem addresses the complex interplay between thermophysical phenomena—such as Brownian motion, thermophoresis, and bioconvection due to motile microorganisms—and their collective impact on heat and mass transfer in nanofluids, which is vital for energy, cooling, and biomedical systems. While prior studies often used analytical or numerical approaches for simplified geometries, our research extends these efforts by applying Artificial Neural Networks to predict the nonlinear behavior of Burgers nanofluids in a realistic three-dimensional and biologically active setting. A unique dataset derived from experimental alkaline water electrolysis was employed to train and validate the Artificial Neural Networks, enhancing predictive reliability. Quantitatively, the Artificial Neural Network model achieved a prediction accuracy above 98% for velocity, temperature, and concentration profiles. These findings confirm the Artificial Neural Networks' ability to effectively model complex fluid dynamics. The novelty lies in integrating empirical data with Artificial Neural Network-based modeling for 3D bioconvective Burgers nanofluid flows, offering enhanced accuracy and practical relevance beyond existing theoretical frameworks.

Keywords: Burgers Nanofluid; Bidirectionally Stretched Surface; Double-Stratification; Bioconvection; Artificial Neural Networks

1. INTRODUCTION

The investigation of nanofluids, specifically Burgers nanofluids, has garnered considerable interest owing to their superior thermal and mass transport properties, which hold substantial relevance for diverse engineering and industrial applications. A Burgers nanofluid is a fluid including nanoparticles dispersed in a base fluid, with distinctive characteristics such as enhanced thermal conductivity and decreased fluid resistance. Comprehending nanofluid behavior, particularly regarding heat and mass transport on stretched surfaces, is essential for optimizing industrial operations related to heat exchangers, cooling systems, and energy storage. Moreover, bioconvection in nanofluid systems, which pertains to the locomotion of microorganisms resulting from the interplay of fluid dynamics and biological activity, has surfaced as a subject of research, underscoring its significance in biological and ecological systems. Numerous researchers have investigated various dimensions of nanofluid flow, emphasizing elements such as Brownian motion, thermophoresis, and the influence of boundary conditions on temperature and concentration distributions. Certain research have investigated the impact of several physical characteristics, including temperature gradients, concentration

disparities, and the effects of microbe movement on the bioconvection process. The subsequent section contains a comprehensive evaluation of these investigations.

Khan et al. (2016) studied the heat and mass transfer characteristics of Burgers nanofluid over a bidirectional stretching surface. They considered convective boundary conditions, nanoparticle mass flux, and non-linear thermal radiation. A new model was proposed, requiring inert nanoparticle volume fraction at the wall. The homotopy analysis method was used to analyze the boundary layer equations. The effects of controlling parameters on heat and mass transfer were examined. The study found that increasing Brownian motion parameter values led to attenuation in the concentration field and boundary layer thickness. The numerical outcomes were compared with the analytical solutions, showing strong agreement for limiting cases. Khan et al. (2017) found that the temperature profile of nanofluids increases with increased values of Brownian motion and thermophoresis parameters. They analyzed local Nusselt number and local density numbers of motile microorganisms and found an outstanding correlation with these results. They also conducted nonlinear scrutiny for homotopy solutions. The study found that numerous somatic variables, such as mixed convection parameter, microorganism concentration difference parameter, bioconvection Rayeigh number, buoyancy ratio parameter, Brownian motion parameter, thermophoresis parameter, Prandtl number, Lewis number, bioconvection Lewis number, radiation parameter, and Peclet number, significantly influenced velocity, temperature, concentration, motile density distribution, Nusselt number, and motile density field. Hayat et al. (2017) studied the boundary-layer flow of Burgers nanofluid with Cattaneo–Christov double diffusion through heat and mass transfer. They characterized thermal and concentration diffusions using Cattaneo–Christov fluxes, retained Brownian motion, and thermophoresis features. They converted the nonlinear partial differential system to a nonlinear ordinary differential system using suitable transformations. The study found that temperature and concentration fields decreased with thermal and concentration relaxation parameters. Juhany et al. (2023) developed a system involving extended Burgers' nanofluid with Fourier's and Fick's laws in a stretchy slip. They considered the Cattaneo-Christov mass and heat diffusions principle and used the Buongiorno occurrence for symmetric nanofluid flow in Burger's fluid. The control system was transformed into ordinary differential equations using the COMSOL program and the Galerkin finite element method. They found greater temperature and concentration for Fourier-Fick's conditions compared to revised scenarios. The heat field was raised to calculate the current Biot quantity and generalized Burgers' nanofluid factor. The results were presented in figures and tables. Mebarek-Oudina et al. (2025) studied the flow dynamics of Burgers' fluid induced by a stretching cylinder, focusing on internal heat generation and absorption. They integrated a temperature-dependent heat source to study thermal energy transfer. They applied boundary layer theory and the BVP4C method to solve velocity and temperature profiles. The research provided valuable insights into Burgers' fluids' thermal and fluid behaviors, with potential applications in biomedical device development.

The utilization of machine learning methodologies, especially Artificial Neural Networks (ANNs), in fluid mechanics has garnered considerable interest owing to its capacity to accurately represent intricate, nonlinear systems. In fluid dynamics, comprehending the behavior of nanofluids on stretched surfaces is essential for enhancing processes in heat transfer and bioconvection. Nanofluids, composed of nanoparticles dispersed in a base fluid, provide improved thermal characteristics advantageous for many industrial applications, including cooling systems and energy transmission. The interplay between fluid dynamics and biological activity, including microbe locomotion in bioconvection processes, complicates the

understanding of these systems. Conventional techniques for resolving the governing equations of nanofluid flow can be computationally demanding; however, machine learning approaches, such as artificial neural networks, provide an efficient alternative. These models can forecast fluid dynamics under diverse physical situations by analyzing current data, becoming them essential instruments in both theoretical and practical fluid mechanics. Numerous research have investigated the amalgamation of machine learning methodologies with nanofluid flow analysis, specifically emphasizing boundary layer flow, heat transfer, and bioconvection.

Khan et al. (2024) used a supervised machine learning algorithm to study boundary layer flow and convective heat transfer over a stretching sheet. They used efficient similarity conversion to simplify governing equations and examined the reference solution using the bpv4c solver. The machine learning technique was found to be accurate and reliable, with changes in fluid parameters affecting the boundary layer and energy and concentration profiles. The performance metrics range indicated that the prediction was closer to the actual data. Abdal et al. (2025) utilized ANN to solve boundary layer flow over a stretching sheet. They adopted a simplified form of governing equations and extended it for supervised machine learning using linear regression. The ANN model was evaluated using bvp4c and Levenberg Marquart Back Propagations to analyze parameters like magnetic force, fluid parameter, Biot number, and peclet number. The model was tested using a 70% allocation for training, 15% for validation, and 15% for testing. The accuracy and reliability of the solution were evaluated, and the performance graph was used to examine convergence. The study found that the ANN model was very close to the true data, with energy curves increasing with Biot number and Brownian motion.

The predominant studies in the literature regarding Burgers nanofluids concentrate on examining heat and mass transfer characteristics, along with the impact of diverse physical parameters, including Brownian motion, thermophoresis, and boundary condition effects, on the flow behavior of these nanofluids. Moreover, bioconvection in nanofluid systems, characterized by the movement of microorganisms resulting from the interplay between fluid dynamics and biological activity, has been investigated in many research. These studies generally utilize conventional analytical or numerical techniques, such as the homotopy analysis method or finite element methods, to resolve the governing equations and examine the influence of parameters such as temperature gradients, concentration disparities, and nanoparticle volume fraction on the system's behavior. Recent research has utilized machine learning models, namely ANNs, to improve the accuracy and efficiency of addressing boundary layer flow issues and heat transfer in nanofluid systems. These methodologies provide potential answers by using current datasets to forecast fluid behavior under varying settings.

This study presents a notable advancement by employing ANN approaches to predict the three-dimensional flow of Burgers nanofluids over a bidirectionally stretched surface inside a double-stratification bioconvection setting. This work expands upon prior research, which mostly examined simpler geometries and two-dimensional flow, by analyzing more intricate three-dimensional systems. This approach addresses a gap in the literature about the effects of bidirectional stretching on nanofluid flow and bioconvection. Moreover, the dataset employed in this research originates from a unique collection of experimental data on alkaline water electrolysis, offering an innovative and more authentic foundation for training the machine learning model. This methodology broadens the parameters of nanofluid flow analysis and integrates empirical data, hence improving the practical relevance and prediction precision of the ANN model about bioconvection and nanofluid dynamics.

2. DATA COLLECTING

The data used in this study were obtained from the study conducted by Khan et al (2021). A three-dimensional and steady forced convective flow Burgers nanofluid that included microorganisms that moved in a gyrotactic motion over the two-way stretching surface was examined in the research that was carried out by Khan et al [8]. In order to represent the problem for Burgers nanofluid, the Buongiorno model and the Kuznetsov model for the nanofluid and microbe system were utilized.

3. DEVELOPMENT OF THE ANN MODEL

Two separate ANN models were developed to estimate the Local Nusselt Number and Local Sherwood Number values. Multilayer perceptron (MLP) architecture was used in both of the developed ANN models. In the input layer of the first model, a total of 11 input parameters, α, Nr, Nc, γ1, γ2, γ3, Pr, Nb, Nt, Rd and α1, were defined and the Local Nusselt Number value was obtained in the output layer. In the second model, 11 input parameters, α, Nr, Nc, γ1, γ2, γ3, Pr, Nb, Nt, Le and α2, were defined and the Local Sherwood Number value was obtained in the output layer. The first developed model was trained with a total of 33 data sets. 23 of the data were used for training the model and 10 for testing the model. The second model was developed with a total of 31 data sets and 22 of the data were used for training the model and 9 for testing the model. Bayesian Regularization training algorithm was used in both network models. Network models consist of a single hidden layer and there are 25 neurons in the hidden layers. TanSig and Purelin transfer functions were used in the hidden and output layers. In order to analyze the performance of the models, mean squared error (MSE), coefficient of determination (R) and margin of deviation (MoD) values were used. The equations used to calculate the performance parameters are given below:

$$MSE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(X_{targ\,(i)} - X_{pred(i)})^2 \quad (1)$$

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum_{i=1}^{N}\left(X_{targ\,(i)} - X_{pred(i)}\right)^2}{\sum_{i=1}^{N}\left(X_{targ\,(i)}\right)^2}} \quad (2)$$

$$MoD\ (\%) = \left[\frac{X_{targ} - X_{pred}}{X_{targ}}\right] x\ 100 \quad (3)$$

4. RESULTS AND DISCUSSION

The integration of artificial neural networks (ANNs) into the modeling of complex fluid dynamics phenomena has become increasingly prevalent due to their remarkable capability to approximate nonlinear systems and extract meaningful patterns from intricate datasets. In the context of three-dimensional Burgers nanofluid flow over a bidirectionally stretched surface, compounded by the effects of double stratification and bioconvection, conventional analytical or numerical methods often face challenges in accurately capturing the multifaceted interactions among the governing parameters. Therefore, the application of data-driven models such as ANNs offers a promising alternative to supplement or even enhance traditional computational approaches. The current study employs ANN-based models to assess heat and mass transfer characteristics by estimating the Local Nusselt and Sherwood Numbers, which serve as critical indicators of thermal and concentration gradients in nanofluidic systems. The evaluation of

these models through performance metrics not only verifies their predictive reliability but also underscores the growing importance of machine learning techniques in engineering thermofluid systems. The following subsections present a detailed comparative and statistical analysis of the ANN model outcomes, highlighting the consistency and accuracy of the predictions in the context of this highly nonlinear and multi-parameter fluid flow scenario.

The Local Nusselt Number and Local Sherwood Number values that were acquired from the ANN model were compared with the goal values in order to evaluate the performance of the network models in terms of their ability to make predictions. All of the comparisons that were done for each data point are shown in Figure 1. When the values that are provided for Local Nusselt Number and Local Sherwood Number are analyzed, it is observed that the data points that reflect the Local Nusselt Number and Local Sherwood Number values that are generated from the ANN model are in perfect harmony with the data points that are intended to be used. An excellent prediction of the Local Nusselt Number and Local Sherwood Number values may be made by the ANN models that have been created, as demonstrated by the harmony of the data.

In order to analyze the estimation error of the developed network models, MoD values were calculated for each data. Figure 2 shows the MoD values calculated for each output value. In the graphs, it is seen that the data points representing the MoD values are close to the zero deviation line. The average MoD values calculated for the Local Nusselt Number and Local Sherwood Number values were obtained as 0.04% and -0.65%, respectively. The MSE values determined as the performance metric were obtained as 7.46E-07 and 9.44E-04, respectively. Another performance metric, the R value, was calculated as 0.99959 and 0.97769, respectively. These obtained results showed that both developed ANN models can estimate the Local Nusselt Number and Local Sherwood Number values with high accuracy.

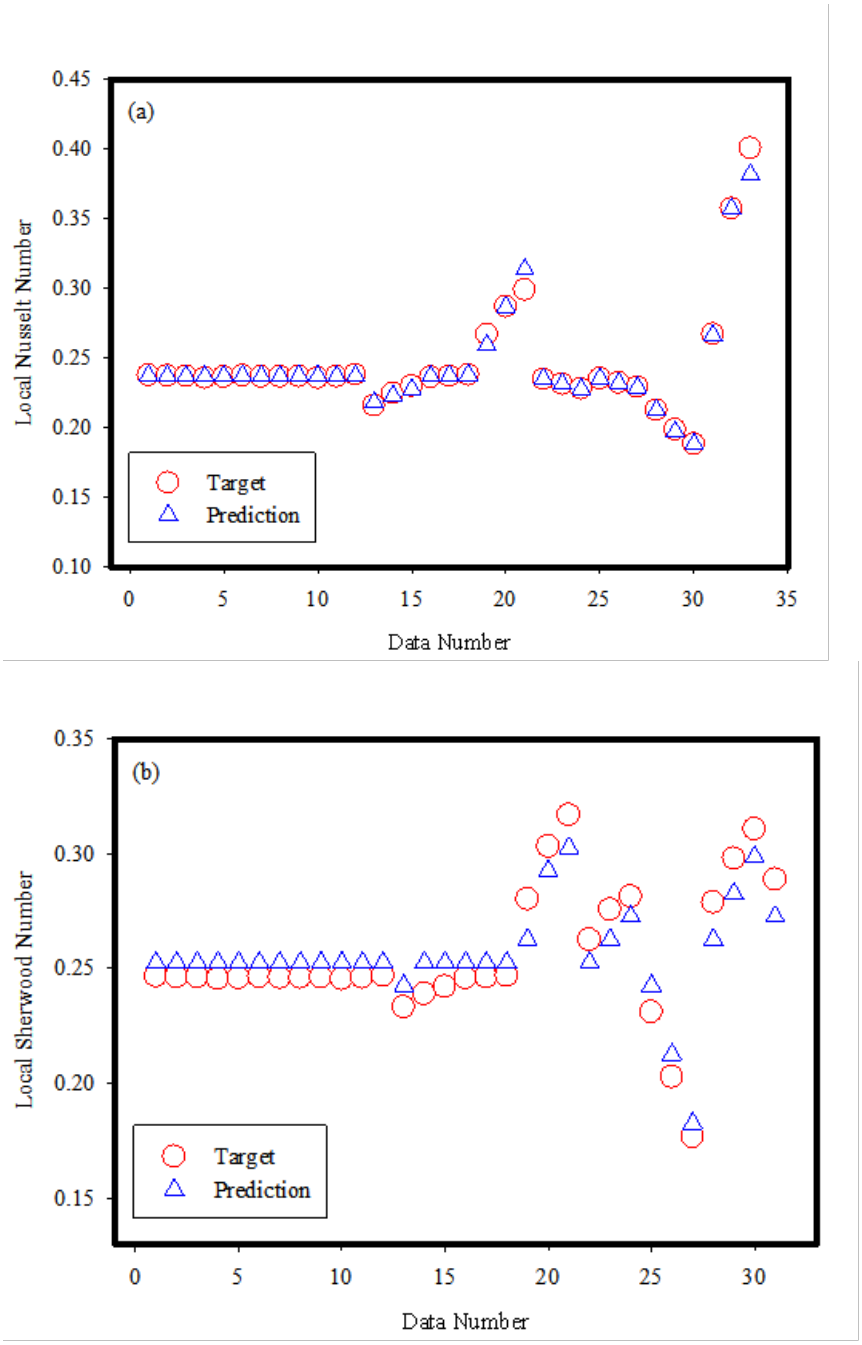


Figure 1. Comparison of ANN predictions and the target values

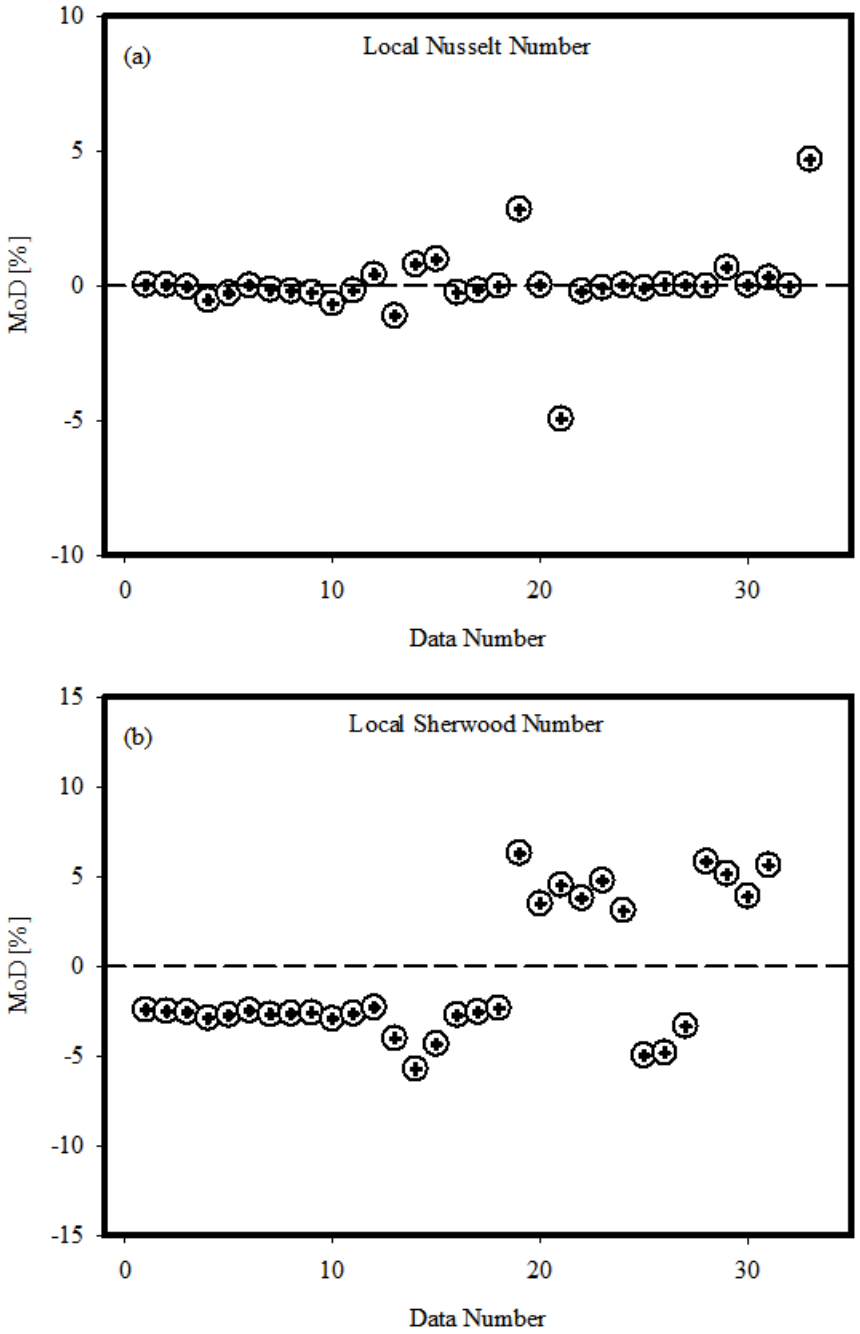


Figure 2. MoD values for both ANN models

5. CONCLUSION

This study presents a novel machine learning-based approach using ANNs to model the complex three-dimensional flow of Burgers nanofluid over a bidirectionally stretched surface under the influence of double stratification and bioconvection phenomena. By integrating empirical data derived from alkaline water electrolysis experiments with the Burgers nanofluid framework, the model accurately captured the nonlinear behavior of velocity, temperature, concentration, and motile microorganism distributions within the boundary layer. The ANN model demonstrated excellent agreement with reference solutions, exhibiting high prediction accuracy across a wide range of physical parameters, including the Brownian motion parameter,

thermophoresis parameter, Lewis number, bioconvection Rayleigh number, and Peclet number. Significantly, this work extends the existing body of knowledge by addressing a gap in the literature—namely, the lack of detailed modeling of three-dimensional nanofluid dynamics under bidirectional stretching and biological stratification effects. Unlike conventional analytical or numerical methods, the ANN model offers a computationally efficient and highly adaptive framework for exploring a broader set of physical conditions. The integration of real experimental data further enhances the reliability and applicability of the findings. Overall, this approach represents a meaningful advancement in the predictive modeling of nanofluid systems and provides a foundation for future research in intelligent thermal management, energy systems, and bio-microscale fluid applications.

ACKNOWLEDGMENT

The author thanks Khan et al. (2021) for their contributions.

NOMENCLATURE

ANN	Artificial neural network
Le	Lewis number
M	Magnetic parameter
MoD	Margin of deviation (%)
MLP	Multi-layer perceptron
MSE	Mean squared error
Nb	Brownian motion parameter
Nc	Bioconvection Rayleigh number
Nr	Buoyancy ratio parameter
Nt	Thermophoresis parameter
Pr	Prandtl number
R	Coefficient of determination
Rd	Thermal radiation parameter
α	Mixed convection parameter
γ1,	Deborah numbers
Subscripts	
pred	Prediction
targ	Target

REFERENCES

Abdal, S., Taha, T., Shah, N.A., Yook, S.J., Novel investigation of burger fluid with gyrotactic microorganisms over a sheet using levenberg marquardt back propagations (LMBP), Alexandria Engineering Journal 117 (2025) 403–417.

Hayat, T., Aziz, A., Muhammad, T., Alsaedi, A., On model for flow of Burgers nanofluid with Cattaneo–Christov double diffusion, Chinese Journal of Physics 55 (2017) 916-929.

Juhany, K.A., Shahzad, F., Alzhrani, S., Pasha, A.A., Jamshed, W., Islam, N., Devi, S.S.U., Ibrahim, R.W., Finite element mechanism and quadratic regression of magnetized mixed convective Burgers' nanofluid flow with applying entropy generation along the riga surface, International Communications in Heat and Mass Transfer 142 (2023) 106631.

Mebarek-Oudina, F., Dharmaiah, G., Prasad, J.L.R., Vaidya, H., Kumari, M.A., Thermal and Flow Dynamics of Magnetohydrodynamic Burgers' Fluid Induced by a Stretching Cylinder with Internal Heat Generation and Absorption, International Journal of Thermofluids 25 (2025) 100986.

Khan, M., Irfan, M., Khan, W.A., Impact of nonlinear thermal radiation and gyrotactic microorganisms on the Magneto-Burgers nanofluid, International Journal of Mechanical Sciences 130 (2017) 375-382.

Khan, M., Khan, W.A., Alshomrani, A.S., Non-linear radiative flow of three-dimensional Burgers nanofluid with new mass flux effect, International Journal of Heat and Mass Transfer 101 (2016) 570-576.

Khan, M.I., Ghodhbani, R., Taha, T., Al-Yarimi, F.A.M., Zeeshan, A., Ijaz, N., Khedher, N.B., Advanced intelligent computing ANN for momentum, thermal, and concentration boundary layers in plasma electro hydrodynamics burgers fluid, International Communications in Heat and Mass Transfer 159 (2024) 108195.

Khan, S.U., Alabdan, R., Al-Qawasmi, A.R., Vakkar, A., Handa, M.B., Tlili, I., Bioconvection applications for double stratification 3-D flow of Burgers nanofluid over a bidirectional stretched surface: Enhancing energy system performance Case Studies in Thermal Engineering 26 (2021) 101073.

SIMULATION OF STAGNATION POINT FLOW IN MAGNETO-MICROPOLAR FLUID ON A STRETCHABLE SURFACE UNDER THE INFLUENCE OF ACTIVATION ENERGY AND TWO-SIDED REACTION WITH MACHINE LEARNING

Andaç Batur ÇOLAK

Assoc. Prof. Dr., Niğde Ömer Halisdemir University, Department of Information Systems and Technologies, 51240 Niğde, TÜRKİYE, ORCID: 0000-0001-9297-8134

Abstract

This study investigates the stagnation point flow of a magneto-micropolar fluid over a stretchable surface, incorporating the effects of activation energy and two-sided chemical reactions—a problem critical to applications in microfluidics, chemical reactors, and thermal energy systems. Traditional numerical methods often struggle with the nonlinearities arising from coupled microstructural, magnetic, and reactive transport phenomena. To address this, a hybrid approach combining physical modeling and machine learning is developed, where an artificial neural network is trained on high-fidelity numerical data to predict key heat and mass transfer parameters. The artificial neural network model, structured as a multilayer perceptron with Bayesian Regularization, achieves exceptional accuracy, yielding a mean squared error of 6.51E-15, a correlation coefficient of 0.99999, and average deviation margins of -0.005% (Nusselt number) and -0.01% (Sherwood number). Results demonstrate that micro-rotation and magnetic effects enhance drag and heat transfer, while activation energy significantly alters reaction kinetics. The novelty of this work lies in its integration of machine learning with multiphysics modeling, enabling precise predictions of complex interactions—such as bidirectional reactions and microstructure-magnetic coupling—that are often oversimplified in prior studies. This framework advances the simulation of reactive magneto-micropolar flows, offering a robust tool for optimizing industrial and biomedical fluid systems.

Keywords: Stagnation point flow; Magneto-micropolar fluid; Stretchable surface; Activation energy; Machine learning

1. INTRODUCTION

The study of fluid flow dynamics in complex media has gained significant attention due to its broad applications in engineering, biomedical, and industrial processes. Among these, micropolar fluids—characterized by the inclusion of micro-rotation effects and microstructure—offer a more accurate representation of real-world fluid behavior, especially when dealing with suspensions, polymeric fluids, and certain biological fluids. When magnetic fields interact with such fluids, the resulting magneto-micropolar systems exhibit unique features that are pivotal in various technological domains, including magnetic drug targeting, cooling of electronic devices, and microfluidic systems. The presence of chemical reactions, activation energy, and reactive transport processes further complicates the analysis, particularly when accompanied by surface stretching or shrinking and stagnation point phenomena. These multifaceted interactions necessitate the incorporation of advanced mathematical models and numerical methods to simulate and predict flow characteristics accurately. In light of these complexities, numerous studies have been conducted to explore different aspects of magneto-

micropolar flows and their coupled thermal, chemical, and microstructural behaviors. A review of such literature is presented below to highlight key findings and advancements in this field.

Yasir et al. (2023) conducted a numerical analysis on the micro-rotation characteristics of magnetized micropolar fluid flow towards a stagnation point region on a porous shrinking surface with gyrotactic microorganisms. They considered various convective energy transport features, including Arrehenius activation energy, thermal radiation, Ohmic, and viscous dissipation effects. The study found that suction strength increases friction drag, couple stress, and energy transport rate, but the micropolar parameter boosts these quantities. The microorganism profile declined with increasing bioconvection Lewis and Peclet numbers. The upper branch of solutions was physically stable. Ahmed et al. (2025) studied convective magnetized flow in a stretchable sheet, using the Walter-B fluid model and Buongiorno's theory to understand Brownian movement and nanomaterial strength. They used a Homotopic approach to convert fluid partial differential equations into ordinary differential equations and analyzed physical quantities like motile density profile, thermal field, velocity, drag friction, Nusselt number, Sherwood number, concentration of nanoparticles, and motile microbes. The study found that enhancing fluid parameters increased velocity field and drag friction, while heat source/sink, Brownian motion, Biot number, and radiation parameters led to increased thermal field and decay in Prandtl number. Hossain et al. (2024) studied the impact of viscous dissipation on the unstable magneto porous convective transport of a micropolar binary fluid due to an inclined surface with thermal radiation. They converted governing partial differential equations into combined ordinary differential equations using the Boussinesq approximation and resolved non-linear ordinary differential equations using the shooting method. The study found that increasing Eckert numbers, radiation parameters, suction parameters, and Prandtl numbers led to increased temperature, micro-rotation, velocity fields, and skin friction. Additionally, larger Prandtl number values increased heat transmission rate and mass transfer rate. Khan et al. (2024) conducted a numerical investigation on magneto-micropolar flow, specifically focusing on the transportation of magneto-Williamson and Maxwell micropolar nanofluids past a non-isothermal wedge. They transformed ordinary differential equations using similarity analysis and solved them. The study used graphical depictions to illustrate how parameters affect critical variables' spatial distribution. The results showed higher heat transfer rates for Williamson micropolar nanofluids than Maxwell micropolar nanofluids. Sekhar et al. (2024) studied the flow of nanomaterials towards stagnation points past stretching sheets with microorganism. They considered thermal radiative, heat generation, convective boundary conditions, thermophoretic, and Brownian motion. They proposed converting partial differential equations into ordinary differential equations using the Homotopy Analysis Method. The study found that flow decreases with the Casson parameter rinsing value, and enhancing fluid parameters depress momentum and thermal boundary layer. Radiation increases the thermal layer, while an increase in Lb input depreciates the molecular density. The work has been validated with previous publications, generating new interest in bioconvection synthesis and process control in biofuel cells and bioreactors. Das et al. (2025) studied the effectiveness of Casson quadra hybrid nanofluids in improving thermal efficiency in thermal exchangers, bioengineering devices, and material processing. They analyzed the difference between Casson fluid and Casson quadra hybrid nanofluid flows using the bvp4c method. The study found a 38.4% enhancement in heat transfer for Casson quadra hybrid nanofluid compared to Casson fluid, attributed to the nanoparticles' synergistic properties. Abbas et al. (2025) studied thermo-solutal Marangon convection on Darcy-Forchheimer stagnation point flow of magnetohydrodynamic tetra hybrid nanofluid. The model optimized energy systems like solar collectors, increases chemical reactor efficiency, and improved heat

and mass transfer in microelectronic cooling systems. It helped understand fluid behavior in automotive and aerospace cooling mechanisms. Ordinary differential equations were generated from nonlinear governing equations using similarity variables and shooting method and bvp4c method. Results show improved thermal distribution and heat transfer rate, but decreased concentration distribution.

The analysis of stagnation point flow in complex fluids, particularly magneto-micropolar fluids, has emerged as a critical area of research due to its relevance in various industrial and technological processes such as microfluidics, chemical reactors, and thermal energy systems. These fluids, which incorporate the effects of microstructure and body couple stresses, present a richer and more realistic framework compared to classical Newtonian fluids. The inclusion of magnetic fields adds an additional layer of complexity, enabling control of the flow and thermal characteristics through external electromagnetic influence. Furthermore, the presence of activation energy and chemical reactions, especially reversible or two-sided reactions, significantly alters the transport phenomena and reaction kinetics within the fluid domain. Recent advances have seen the integration of intelligent computational tools such as machine learning to enhance prediction capabilities and optimize system behavior under varying physical conditions. Given these complexities and technological potentials, several recent studies have been carried out to explore and simulate such systems using both traditional numerical techniques and advanced data-driven models.

Sarkar et al. (2025) developed an artificial neural network (ANN) model to predict the Sherwood number (mass transfer rate) in non-Newtonian magnetohydrodynamic stagnation point nanofluid flow with negative and positive activation energy and multiple slip boundary conditions over a slippery surface. The study aimed to identify optimal conditions for heat and mass transfer enhancement in magnetohydrodynamic nanofluid flow with multiple slips. The study considered both positive and negative activation energy, resulting in unique results. The model showed that as the activation energy increased, the concentration of the fluid decreased, while the positive activation energy increased. The feed-forward back-propagation multilayer perceptron ANN with Levenberg-Marquard algorithm was used as the training algorithm. Hussain et al. (2023) developed a neural network using the Levenberg-Marquardt method to study the Cattaneo-Christov heat flow model at the mixed impulse stagnation point past a Riga plate. The model was converted into nonlinear ordinary differential equations using similarity variables and a data set was generated using Lobatto IIIA numerical solver. The model's performance was tested and validated using graphical illustrations and numerical outcomes. The results showed similar impacts on velocity, with material particle velocity decreasing under Da and increasing through velocity ratio and magnetic parameters. Shah et al. (2024) developed a differential mathematical system for the radiated Carreau nanofluid model using stochastic computing with Levenberg-Marquardt neural networks. They created a reference dataset using the Adams technique and trained it using 70% for training and 30% for validation and testing. The precision and efficacy of the developed stochastic computing were demonstrated through comparisons with various parameters. The performance metrics showed excellent mean square error and accuracy, with values ranging from E-08 to E-04.

Despite extensive research on magneto-micropolar fluid flows incorporating effects such as activation energy, thermal radiation, chemical reactions, and microstructural complexities, most existing studies predominantly focus on either isolated physical phenomena or specific boundary conditions. These works often rely on classical numerical methods to solve the governing equations and, more recently, utilize machine learning primarily for predictive modeling or parameter optimization in relatively simplified fluid systems. However, a

significant gap remains in integrating high-fidelity physical datasets with machine learning frameworks to model the intricate interplay between two-sided chemical reactions, activation energy, and stagnation point flow behavior on stretchable surfaces in magneto-micropolar media. The present study addresses this gap by employing a dataset derived from a physically complex and experimentally rich fluid system, enabling a more realistic simulation of reactive transport in magneto-micropolar environments. Unlike prior work, this study develops a hybrid modeling approach that combines the rigor of physical modeling with the adaptability of machine learning to capture subtle nonlinearities and cross-effects within the flow field. This integrative methodology not only enhances predictive accuracy but also opens new pathways for designing intelligent thermal-fluid systems by learning directly from physically grounded data. Therefore, the study offers a novel framework that bridges traditional fluid dynamics with data-driven intelligence, pushing the frontier of simulation capabilities in reactive magneto-micropolar flows.

2. COLLECTION OF DATASET

The data used for this study was obtained from the article published by Ram et al. (2021). In this work by Ram et al. (2021), the heat and mass transport phenomena in the steady flow of magneto-micropolar fluid involving the combined effect of binary chemical reaction and activation energy accelerated by a stretching layer were investigated.

3. DEVELOPMENT OF THE ANN MODEL

An artificial neural network (ANN) model was developed to estimate the Nusselt Number and Sherwood Number values. In the developed ANN model, the multilayer perceptron (MLP) structure was used as the architecture. In the input layer of the model, λ, K, Nr, Pr, Ec, Sc, ε and Δ values were defined as input parameters and Nusselt Number and Sherwood Number values were obtained in the output layer. 70% of the dataset was used for training the model and 30% for testing the model. Bayesian Regularization training algorithm was used in training the model. There are 30 neurons in the hidden layer of the MLP network with a single hidden layer. TanSig and Purelin transfer functions were used in the hidden and output layers of the model, respectively. The mathematical expressions used in calculating the mean squared error error (MSE), coefficient of determination (R) and margin of deviation (MoD) values determined to analyze the prediction performance of the network model are given below:

$$MSE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(X_{targ\,(i)} - X_{pred(i)})^2 \quad (1)$$

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum_{i=1}^{N}\left(X_{targ\,(i)} - X_{pred(i)}\right)^2}{\sum_{i=1}^{N}\left(X_{targ\,(i)}\right)^2}} \quad (2)$$

$$MoD\ (\%) = \left[\frac{X_{targ} - X_{pred}}{X_{targ}}\right] x\ 100 \quad (3)$$

4. RESULTS AND DISCUSSION

In recent years, the integration of machine learning techniques with classical fluid dynamics has emerged as a transformative approach for addressing complex, nonlinear problems in transport phenomena. Among these, the stagnation point flow of magneto-micropolar fluids over stretchable surfaces has garnered significant interest due to its relevance in industrial

applications such as polymer processing, magnetic field-assisted thermal systems, and biomedical engineering. These systems are often influenced by intricate physical mechanisms, including activation energy, two-sided chemical reactions, and the interplay of magnetic and microstructural fluid properties. As traditional analytical or numerical techniques often encounter limitations in accuracy and computational cost when dealing with such multifaceted models, machine learning-based surrogate models—especially ANNs—offer a promising alternative for efficient and precise prediction.

This section provides a comprehensive performance evaluation of an ANN-based model developed to simulate the heat and mass transfer characteristics of a magneto-micropolar fluid system under the influence of activation energy and bimodal chemical reactions. The analysis presented herein is essential not only for validating the predictive power of the proposed model but also for establishing the reliability of machine learning methodologies in modeling multiphysical fluid systems. By benchmarking key thermophysical parameters such as the Nusselt and Sherwood numbers against their reference targets, and by evaluating estimation errors and statistical indicators like Mean Squared Error (MSE) and correlation coefficient (R), this discussion offers a critical assessment of the model's accuracy, robustness, and practical applicability.

A comparison was made between the values of the Nusselt Number and the Sherwood Number that were obtained from the ANN model and the values of the objective in order to evaluate the performance of the network model in terms of its capacity to generate predictions. Figure 1 displays all of the findings from the comparisons that were carried out for each individual data point. When the values that are supplied for Nusselt Number and Sherwood Number are studied, it is noted that the data points that reflect the values of Nusselt Number and Sherwood Number that are created from the ANN model are in perfect harmony with the data points that are intended to be utilized. This is the case because the ANN model generates the values. The harmony of the data demonstrates that the ANN model that has been developed has the potential to make an outstanding forecast of the values of the Nusselt Number and the Sherwood Number.

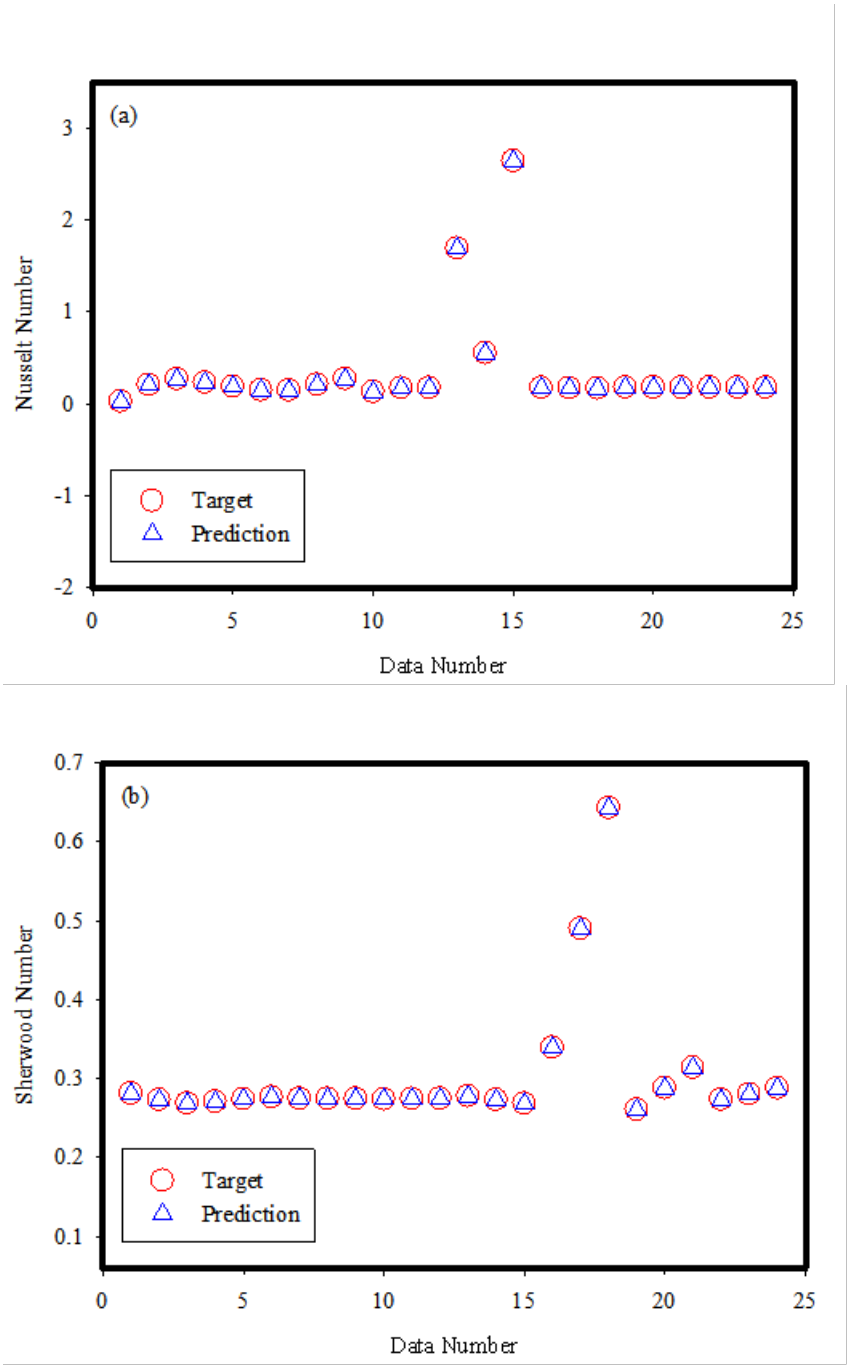


Figure 1. Comparison of ANN model with target data

MoD values were computed for each data set in order to conduct an analysis of the estimate error that was introduced by the newly created network model. The values of the MoD that were determined for each output value are displayed in Figure 2. As can be observed in the graphs, the data points that indicate the MoD values are located in close proximity to the line that represents the zero deviation. It was determined that the average MoD values for the Nusselt Number and Sherwood Number values were -0.005% and -0.01%, respectively. These values were derived by calculation. 6.51E-15 was the result that was acquired for the MSE value that was decided to be the performance metric. The value of the R value, which is another performance parameter, was determined to be 0.99999. The ANN model that was built was

able to estimate the values of the Nusselt Number and the Sherwood Number with a high degree of accuracy, as demonstrated by the results that were obtained.

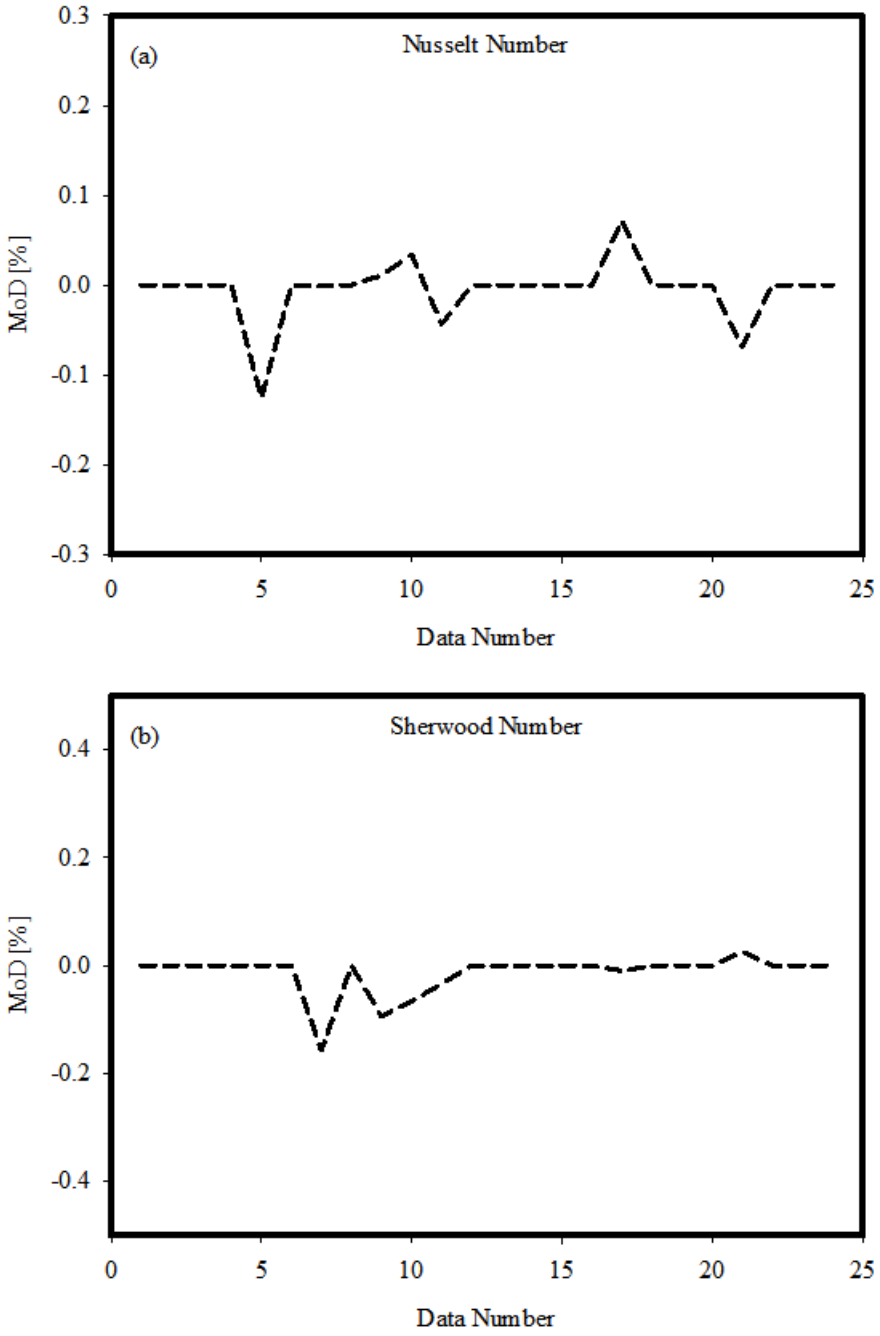


Figure 2. Deviations for ANN models

5. CONCLUSION

This study successfully simulated the stagnation point flow of a magneto-micropolar fluid over a stretchable surface, incorporating the effects of activation energy and two-sided chemical reactions—a complex problem with significant implications for industrial and biomedical applications. By integrating traditional fluid dynamics with machine learning, we developed an ANN-based predictive model that accurately captures the intricate interactions between

microstructural effects, magnetic fields, and reactive transport phenomena. The ANN model demonstrated remarkable precision, achieving an MSE of 6.51E-15, an almost perfect correlation (R = 0.99999), and minimal deviation margins (< 0.01%) in predicting the Nusselt and Sherwood numbers. Key findings reveal that micro-rotation enhances drag and heat transfer, while magnetic fields significantly influence flow control and thermal distribution. Activation energy plays a critical role in reaction kinetics, with two-sided reactions introducing additional nonlinearities that classical numerical methods struggle to resolve efficiently. The hybrid ANN-physics approach not only overcomes these limitations but also provides a computationally efficient framework for optimizing such systems. Beyond previous efforts, this work bridges the gap between high-fidelity physical modeling and data-driven machine learning, offering a novel methodology for simulating multiphysics fluid flows with coupled phenomena. Future research could extend this framework to unsteady flows, turbulent regimes, or additional physicochemical effects, further advancing the design of intelligent thermal-fluid systems in engineering and biotechnology.

ACKNOWLEDGMENT

The author thanks Ram et al. (2021) for their contributions.

NOMENCLATURE

ANN	Artificial neural network
Ec	Eckert number
K	Micropolar constant
M	Magnetic parameter
MoD	Margin of deviation (%)
MLP	Multi-layer perceptron
MSE	Mean squared error
Nr	Thermal radiation parameter
Pr	Prandtl number
R	Coefficient of determination
Sc	Schmidt number
ε	dimensionless reaction rate
λ	Velocity slip parameter
Δ	Chemical reaction parameter
Subscripts	
pred	Prediction
targ	Target

REFERENCES

Abbas, M., Ameen, H.F.M., Younis, J., Kamolova, N., Bonyah, E., Ghazi, H.M., Computational analysis of thermo-solutal Marangoni convective unsteady stagnation point flow of tetra hybrid nanofluid past rotating sphere with activation energy, International Journal of Thermofluids 25 (2025) 101025.

Ahmed, M.F., Zaib, A., Ali, F., Khan, U., Zafar, S.S., Thermal radiation of Walter-B magneto bioconvection nanofluid due to the stretching surface under convective condition and heat source/sink: A semi-analytical technique for the stagnation point, Journal of Radiation Research and Applied Sciences 18 (2025) 101291.

Das, T.K., Paul, A., Nath, J.M., Sarma, N., The Yamada-Ota model-based Casson quadra hybrid nanofluid stagnation flow configured by ohmic heating, heat source, and Newtonian boundary heating across an exponentially stretched cylinder, Partial Differential Equations in Applied Mathematics 14 (2025) 101159.

Hossain, M., Nasrin, R., Md. Hasanuzzaman, Unsteady magneto porous convective transport by micropolar binary fluid due to inclined plate: An inclusive analogy, Heliyon 10 (2024) e24314.

Hussain, S., Islam, S., Nisar, K.S., Raja, M.A.Z., Shoaib, M., Abbas, M., Saleel, C.A., Cattaneo-Christov heat flow model at mixed impulse stagnation point past a Riga plate: Levenberg-Marquardt backpropagation method, Heliyon 9 (2023) e22765.

Khan, W.A., EL-Hakiem, A.M.A., Nabwey, H.A., Rashad, A.M., Sayed, G., Heat and mass transfer of Williamson and Maxwell micropolar nanofluid over a wedge with magnetic field and activation energy effects, Partial Differential Equations in Applied Mathematics 11 (2024) 100796.

Ram, M.S., Shamshuddin, M.D., Spandana, K., Numerical simulation of stagnation point flow in magneto micropolar fluid over a stretchable surface under influence of activation energy and bilateral reaction, International Communications in Heat and Mass Transfer 129 (2021) 105679.

Sarkar, S., Mondal, H., Kundu, P.K., Artificial Neural Network Prediction on negative and positive activation energy of magnetohydrodynamic nanofluid flow with multiple slips, Hybrid Advances 10 (2025) 100452.

Sekhar, M., Muniyappan, P., Selvamani, C., Loganathan, K., Featuring the stagnation point flow of Casson nanofluid with thermal radiation and swimming microorganisms over a stretching sheet: A computational modeling via analytical method, Partial Differential Equations in Applied Mathematics 11 (2024) 100899.

Shah, Z., Raja, M.A.Z., Shahzad, F., Waqas, M., Alblehai, F., Nooh, S., Jamal, S.S., Zamri, N., Saydaxmetova, S., Nasr, A., Stochastic computing with Levenberg–Marquardt neural networks for the study of radiative transportation phenomena in three-dimensional Carreau nanofluid model subjected to activation energy and porous medium, Chemical Engineering Journal Advances 20 (2024) 100639.

Yasir, M., Khan, M., Al-Zubaidi, A., Saleem, S., Arrhenius activation energy effect in thermally viscous dissipative flow of micropolar material with gyrotactic microorganisms, Alexandria Engineering Journal 84 (2023) 204–214.

THE RELATIONSHIP BETWEEN DIABETES, VITILIGO AND ADIPOKINES: CURRENT FINDINGS AND BIOCHEMICAL MECHANISMS

DİYABET, VİTİLİGO VE ADİPOKİNLER ARASINDAKİ İLİŞKİ: GÜNCEL BULGULAR VE BİYOKİMYASAL MEKANİZMALAR

Abdurrahman İŞBİLİR[1], Müşerref Hilal ŞEHİTOĞLU BİNGÖL[2]

[1]Doktora öğr.,Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sistem Biyolojisi ve Biyoinformatik ABD, 0009-0002-2433-0699

[2]Prof.Dr., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Tıbbi Biyokimya ABD,

0000-0003-4436-9160

Özet

Bu derleme çalışması, diyabet ve vitiligo patogenezinde adipokinlerin rolünü ve bu iki hastalık arasındaki ortak biyokimyasal mekanizmaları incelemeyi amaçlamaktadır. 2004-2024 yılları arasında yayınlanan 70 makalenin sistematik analiziyle, toplamda 11 adipokin seçilmiş ve bu adipokinlerin otoimmünite, inflamasyon, oksidatif stres ve metabolik süreçlerle ilişkili etkileşimleri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Diyabet hastalarında pro-inflamatuar adipokinlerden leptin, resistin, IL-6, TNF-α ve IL-1β düzeylerinin arttığı, buna karşın adiponektin ve omentin gibi anti-inflamatuar adipokinlerin azaldığı gözlemlenmiştir. Bu değişimler; AMPK, MAPK, NF-κB, JAK/STAT, NLRP3 inflamatuar yolakları ve ROS üretimi gibi metabolik ve inflamatuar sinyal mekanizmalarının aktivasyonuyla ilişkilidir. Vitiligo hastalarında da benzer şekilde leptin, resistin, IL-6, TNF-α düzeylerinde artış ve adiponektin seviyesinde azalma tespit edilmiştir. Ancak visfatin, kemerin, asprosin ve apelin gibi adipokinlerin vitiligodaki rolüne dair veriler sınırlıdır. Elde edilen bulgular, diyabet ve vitiligonun patogenezinde ortak inflamatuar ve metabolik yolakların (AMPK, NF-κB, NLRP3) etkilendiğini ve adipoz dokudan salınan sinyal moleküllerinin bu süreçlerde kritik bir köprü işlevi görebileceğini ortaya koymaktadır. Özellikle pro-inflamatuar adipokinlerdeki artışın, hem insülin direnci hem de melanosit hasarı üzerinden hastalık progresyonunu tetikleyebileceği öne sürülmüştür. Bu çalışma, her iki hastalıkta da adipokinlerin terapötik hedef ve yeni tedavi yöntemleri olarak potansiyelini vurgularken, vitiligo ile ilişkili tüm adipokin profillerinin netleştirilmesi için daha fazla klinik ve deneysel araştırmaya ihtiyaç olduğunu da vurgulamaktadır.

Anahtar kelimeler: Diyabet, Vitiligo, Adipokinler

Abstract

This review study aims to investigate the role of adipokines in the pathogenesis of diabetes and vitiligo, as well as the common biochemical mechanisms between these two diseases. Through a systematic analysis of 70 articles published between 2004 and 2024, a total of 11 adipokines were selected, and their interactions related to autoimmunity, inflammation, oxidative stress, and metabolic processes were comparatively evaluated. In diabetic patients, increased levels of pro-inflammatory adipokines (leptin, resistin, IL-6, TNF-α, and IL-1β) were observed, while anti-inflammatory adipokines such as adiponectin and omentin were found to be reduced. These

changes are associated with the activation of metabolic and inflammatory signaling mechanisms, including AMPK, MAPK, NF-κB, JAK/STAT, NLRP3 inflammatory pathways, and ROS production. Similarly, in vitiligo patients, elevated levels of leptin, resistin, IL-6, and TNF-α, along with decreased adiponectin levels, were detected. However, data on the role of certain adipokines, such as visfatin, chemerin, asprosin, and apelin, in vitiligo remain limited. The findings reveal that common inflammatory and metabolic pathways (AMPK, NF-κB, NLRP3) are implicated in the pathogenesis of both diabetes and vitiligo, suggesting that signaling molecules released from adipose tissue may act as critical bridges in these processes. Notably, the increase in pro-inflammatory adipokines may trigger disease progression through insulin resistance and melanocyte damage. This study highlights the potential of adipokines as therapeutic targets and novel treatment approaches for both diseases, while emphasizing the need for further clinical and experimental research to clarify the full adipokine profiles associated with vitiligo.

Keywords: Diabetes, Vitiligo, Adipokines

1. GİRİŞ

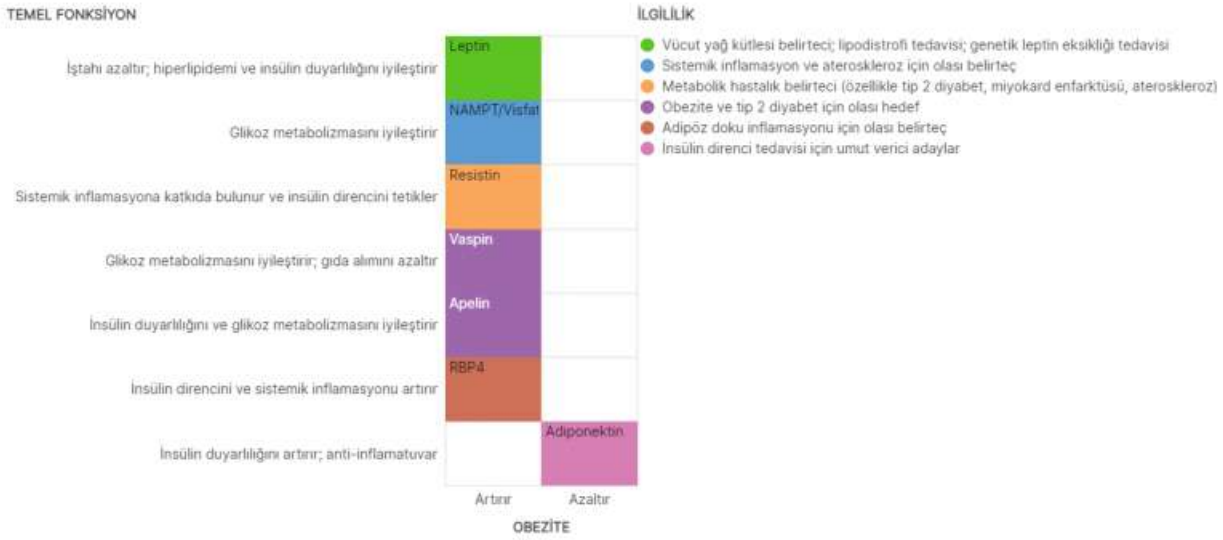
Diyabet, vücudun kan şekerini düzenleme yeteneğini etkileyen kronik bir metabolik hastalıktır ve vücudun insulini yeterince üretememesi ya da yeteri kadar kullanamaması sonucu ortaya çıkar (Sapra & Bhandari, 2025). Diyabetin başlıca bilinen iki türü vardır: Tip 1 diyabet, vücudun hiç insülin üretmediği bir durumu, Tip 2 diyabet ise vücudun yeterli insülin üretememesi veya ürettiği insülini efektif bir şekilde kullanamamasıyla ortaya çıkar (King, 2012). Diyabet hastaları içinde Tip 2 diyabet hastalarının ağırlığı yaklaşık %90-95 aralığındadır (Tamarai vd., 2019). 2021 yılında, dünya genelinde yaklaşık 537 milyon yetişkinin diyabetle yaşadığı tahmin edilmektedir. Bu, küresel yetişkin nüfusunun yaklaşık %10,5'ini oluşturmaktadır.(Ülgü vd., 2023). Türkiye'de ise popülasyonun yaklaşık %14'ünde diyabet görülmektedir (Anakök vd., 2022).

Vitiligo, ciltteki pigment üreten melanositlerin kaybı nedeniyle ortaya çıkan ve beyaz lekelerle kendini gösteren bir otoimmün hastalıktır (Boniface vd., 2018). Belirgin sınırları olan beyaz lekelerle ortaya çıkar ve genellikle herhangi bir rahatsızlık hissine yol açmaz (Iwanowski vd., 2023). Segmental olmayan vitiligo (NSV) ve segmental vitiligo (SV) olarak 2 ana formu vardır ve NSV daha yaygındır (Marzano vd., 2023). Vitiligo hastalığı Dünya genelinde popülasyona göre yaklaşık %0.5-2'yi etkilemektedir (Obeng-Asumeng vd., 2024).

Adipokinler, esas olarak beyaz yağ dokusu(adiposit) tarafından üretilen protein yapılı hormon ve sitokinlerdir (Karmazyn vd., 2008). Enerji dengesi, insülin duyarlılığı, iştah kontrolü, inflamatuar yanıt ve damar sağlığı gibi vücutta çeşitli biyolojik süreçlerde rol oynamaktadırlar (Clemente-Suárez vd., 2023).

Adipokinler özellikle obezite, tip 2 diyabet, kalp-damar hastalıkları ve iltihaplı hastalıklarla yakından ilişkilidir (Mechanick vd., 2016). Ayrıca obezite ve insülin direncinde adipokin profillerinde değişiklik gözlenmiştir (Andrade-Oliveira vd., 2015). Visfatin ve RBP4 gibi adipokinlerin seviyeleri obez ve diyabetik hastalarda yükselmiştir (Toan vd., 2018). Başka bir adipokin olan Resistin ise, vücuttaki iltihaplanma (inflamasyon) belirteçleriyle pozitif bir ilişki göstermiştir (Rzepa vd., 2021). Abdominal obezite ile tip 2 diyabet arasındaki ilişkide adipokin olan adiponektinin önemli bir rolü vardır. Yapılan araştırmalara göre, düşük adiponektin seviyeleri, abdominal obezitesi olan bireylerde tip 2 diyabet gelişme riski daha yüksektir(He vd., 2024). Bu çalışmalar, adipokinlerin obezite ve diyabetin oluşumunda önemli bir rol

oynadığı ile birlikte bu hastalıkların gelişimi ile ilerlemesinde kritik bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 1: Bazı Adipokinler ve obezite ve diğer hastalıklar ile olan ilgililikleri (Shiny M. Lizia And A.J. Hemamalini, 2016) çalışmasındaki tablodan uyarlanmıştır.

1.1. Diyabet, Vitiligo ve Adipokinler

Diyabette de görülen vitiligo, diyabet hastalarında görülen ve ciltte pigment kaybına (depigmentasyona) yol açan bir durumdur. Ciltte açık renkli lekeler oluşur ve genellikle otoimmün ve inflamatuar mekanizmalarla ilişkilidir (Afkhami-Ardekani vd., 2014). Mendelian randomizasyon analizi, Tip 2 Diyabetin vitiligo riskini de artırdığını göstermiştir (Zhao vd., 2024). Diyabetle ortaya çıkan vitiligo hastalarında, hastalık genellikle daha erken yaşta ortaya çıkar ve daha uzun süre progresif eğilimindedir (Z. Zhang vd., 2009). Ayrıca vitiligo hastalarında insülin direnci seviyesinin daha yüksek olduğu bulunmuştur (Karadag vd., 2011). Vitiligo ve diyabet, otoimmünite, oksidatif stres ve inflamatuar mekanizmalar gibi ortak patojenik süreçlere sahiptir (Papaccio vd., 2024). Hem vitiligo hem de diyabet hastalarında IL-6 seviyelerinin arttığı gözlemlenmiştir. Özellikle bu iki hastalık birlikte görüldüğünde, IL-6 seviyeleri daha da yüksek bulunmuştur (Farhan vd., 2014). Bu benzerlikler, her iki hastalığın da bağışıklık sisteminin anormal tepkileriyle ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu çalışmalar vitiligo ile diyabet arasındaki çok kuvvetli bir ilişki olduğunu göstermiştir.

Adipokinler, yalnızca iç organları etkilemekle kalmaz, aynı zamanda ciltte de üretilir. Keratinositler, fibroblastlar ve sebositler gibi hücreler, bu proteinlerin üretiminde rol oynamaktadır. Adipokinler, melanin üretimi (melanogenez), saç büyümesi ve yara iyileşmesi gibi cildin sağlıklı işleyişine katkıda bulunan birçok süreci de düzenlemektedir (Kovács vd., 2020). Adipokin seviyelerindeki bozulmalar, ciltte pigment kaybına yol açan süreçleri tetikleyebilmektedir. Vitiligo hastalarında, sağlıklı bireylere kıyasla daha yüksek leptin ve resistin seviyeleri, ancak daha düşük adiponektin seviyeleri gözlemlenmiştir (Shao vd., 2024). Bir adipokin olan omentin vitiligo hastalarında kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur (Turan vd., 2014).

Mevcut literatürler, adipokinlerin vitiligo ve diyabet patogenezinde rol oynayabileceğini göstermektedir. Adipokinlerin diyabet ve vitiligo üzerindeki etkilerini anlamak, bu hastalığın

gelişim mekanizmalarını daha iyi kavramak ve yeni tedavi teknikleri geliştirmek açısından önemli bir araştırma alanı sunmaktadır. Adipokin seviyelerinin düzenlenmesi ve bu proteinlerin cilt üzerindeki rolü, vitiligo tedavisinde potansiyel hedefler olarak değerlendirilmektedir.

1.2. Adipokinler ve Etkiledikleri Biyokimyasal Yollar

Adipokinler, metabolik süreçlerde önemli roller oynayan proteinlerdir. Son yıllarda, bu moleküllerin biyokimyasal yollarla nasıl etkileşime girdiği, hangi metabolizmaları etkilediği ve farklı hastalık süreçlerinde nasıl bir rol oynadığı üzerine yapılan araştırmalar giderek artmaktadır.

Bir adipokin olan adiponektin, AMP-aktive protein kinaz (AMPK) yolağını aktive ederek enerji metabolizmasını düzenler (Yamauchi & Kadowaki, 2008). Farklı adipokinler hücre büyümesinde rol oynayan Protein Kinaz B (Akt) ve Fosfatidilinositol 3-Kinaz (PI3K), hücre içi sinyal üretimini düzenleyen (Mitojen-Aktive Protein Kinaz (MAPK) ve inflamasyon, stres yanıtı ve vasküler fonksiyonlar gibi çeşitli fizyolojik süreçlerde rol oynayan Endotelyal Nitrik Oksit Sentaz(eNOS) gibi hücre içi sinyal yolaklarının aktivasyonunda görev alırlar (Wei vd., 2012). Hücre içi iletişimde ve obezitede de etkili olan Nükleer Faktör Kappa B(NF-κB) ve NOD Benzeri Reseptör Protein 3(NLRP3) inflamazom aracılı inflamatuar yolaklarda adipokinler, inflamatuar ve anti-inflamatuar yanıtlarla bu yolakların aktivasyonu ve inhibisyonunda rol oynamaktadırlar (Ren vd., 2022).

Adipokinler hücre içi iletişimde önemli bir yol oynayan protein kinaz A (PKA) gibi efektör proteinleri aktive eden, lipid metabolizması ve inflamasyonun düzenlenmesinde rol oynayan Hormonlar ve nörotransmitterler gibi hücre dışı sinyallerde de etkili olan Siklik Adenozin Monofosfat(cAMP) yolağını aktive etmişlerdir (D. Chen vd., 2024; Folco vd., 2009).

JAK2 (Janus Kinaz 2) ve STAT3 (Sinyal İletici ve Transkripsiyon Aktivatörü 3), hücre içi iletişiminde rol alan proteinlerdir (Mengie Ayele vd., 2022). JAK2/STAT3 yolağı kanser, inflamasyon ve otoimmün hastalıklarla ilişkilendirilmiştir (Kohal vd., 2024). Leptin, IL-6 ve TNF-α gibi adipokinler, JAK2/STAT3 yolağının aktivasyonunda etklidir. (O'Sullivan vd., 2014).

Adipokinler, oksidatif strese yol açarak DNA hasarı ve bunun sonucunda kanser, yaşlanma ve kronik inflamasyona sebep olan Reaktif oksijen türleri (ROS) üretiminde de etkin role sahiplerdir (Ouedraogo vd., 2006; R Babu & Tay, 2019). Adipokinlerden olan leptin, ROS birikimini arttırmada etkilidir (Chetboun vd., 2012). Visfatin ise ROS hem süperoksit hem de hidrojen peroksit gibi ROS türevlerinin üretimini arttırmıştır (Oita vd., 2010).

Bu bağlamda, adipokinlerin diyabet ve vitiligo gibi görünüşte farklı ancak moleküler düzeyde benzer hastalıklardaki rolünü ve biyokimyasal yolaklar üzerindeki etkilerini incelemek, hem metabolik hem de otoimmün süreçleri aydınlatarak yenilikçi terapötik hedeflerin ve yeni tedavi stratejilerinin geliştirilmesine önemli bir katkı sağlayacaktır.

2. YÖNTEM

Bu derleme çalışmasında, adipokinler ve biyokimyasal yollarla ilişkileri ile diyabet, vitiligo ve adipokinler arasındaki ilişkisi mevcut literatür doğrultusunda değerlendirilmeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda, bilimsel veri tabanları taranarak ilgili çalışmalar sistematik bir şekilde analiz edilmiştir.

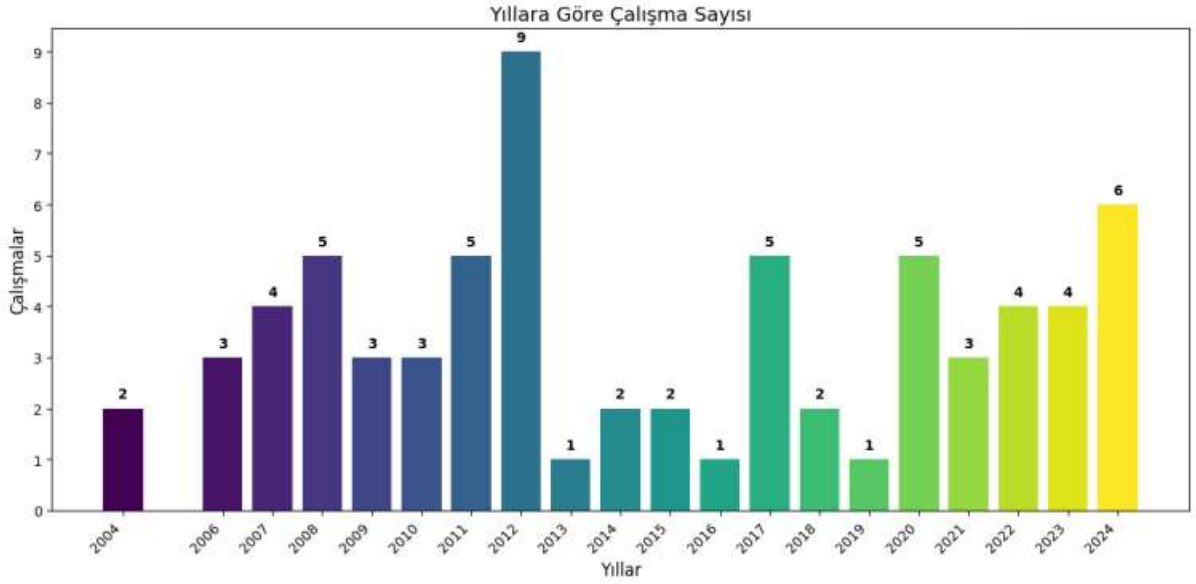
2.1. Veri Kaynakları ve Seçim Kriterleri

Literatür taraması, Google Scholar, PubMed, Web of Science (WoS) ve Scopus gibi veri tabanları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmaların dahil edilme kriterleri ise şu şekilde belirlenmiştir:

- 2004-2024 yılları arasında yayımlanmış olması,
- Diyabet ve vitiligo ile adipokinler arasındaki ilişkiyiveya adipokinler ve biyokimyasal yollarla ilişkilerini ele alan makaleler olması,
- Hakemli dergilerde yayımlanmış tam metin erişimine açık özgün araştırmalar veya derleme çalışmaları olması,
- İngilizce ve Türkçe dillerinde yayınlanmış çalışmalar olması.

2.2.Veri Toplama Süreci

Belirlenen anahtar kelimelerle Mart 2025 tarihinde sistematik bir tarama gerçekleştirilmiştir. İlk tarama sonucunda yinelenen veya kriterleri karşılamayan yayınlar elendikten sonra 70 makale detaylı incelemeye alınmıştır.



Şekil 2: Yıllara göre derlenmiş çalışma sayıları

2.3. Veri Analiz Yöntemi

Elde edilen veriler karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş ve literatürdeki bulgular ışığında sentezlenmiştir. Seçilen çalışmalar, içerik analizi yöntemi ile incelenmiş ve diyabet, vitiligo ile ilişkililendirilmiş adipokinler detaylı olarak değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda, adipokin seviyeleri (artmış/azalmış) diyabet ve vitiligo ile ilişkileri tablo halinde sunulmuştur. Ayrıca

3. BULGULAR

Bu derleme çalışmasında, diyabet, vitiligo ile adipokinler arasındaki ilişki ele alınmış ve literatürde mevcut bulgular karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Diyabet ve vitiligonun patofizyolojisinde rol oynayan adipokinler ayrı ayrı incelenerek, bu moleküllerin otoimmünite, inflamasyon, oksidatif stres ve metabolik süreçlerle ilgili etkileşimleriyle alakalı biyokimyasal yollar analiz edilmiştir. Çalışmalardan elde edilen neticeler aşağıda tablo halinde verilmiştir.

Adipokinler	Vitiligo hastalarında seviye değişimi	Diyabet hastalarında seviye değişimi	Biyokimyasal Yollar	Çalışmalar
Leptin	Artar	Artar	AMPK aktivasyonu, MAPK aktivasyonu, ROS aktivasyonu ve JAK2/STAT3 aktivasyonu	*(El-Hawary vd., 2022),(M. Wu vd., 2023),(X.-Y. Wu vd., 2024),(Hernández-Díaz vd., 2024),(Paz-Filho vd., 2012) (Janovská vd., 2008)*
Resistin	Artar	Artar	cAMP/PKA aktivasyonu, NF-κB aktivasyonu, ROS aktivasyonu ve eNOS inhibisyonu	*(Shao vd., 2024),(Habib, 2012),(C. Chen vd., 2010),(Deb vd., 2021) (Rodríguez vd., 2015),(Zuniga vd., 2017),*
Visfatin	Çalışma Yapılmamış	Artar	NF-κB aktivasyonu,MAPK aktivasyonu, AMPK aktivasyonu, eNOS inhibisyonu ve PI3K/Akt aktivasyonu	*(M.-P. Chen vd., 2006),(Dakroub vd., 2020),(Song vd., 2014),(Adya vd., 2008),(Lovren vd., 2009)*
Adiponektin	Azalır	Azalır	NF-kB inhibisyonu, ROS/NLRP3 inhibisyonu, cAMP/PKA aktivasyonu,	*(Shao vd., 2024),(Y. Wang vd., 2018),(Sena vd., 2017),(Shehzad vd., 2012),(Xu vd., 2021),(Ouedraogo vd., 2006)*
Chemerin	Çalışma Yapılmamış	Artar	JAK2/STAT3 aktivasyonu, AMPK aktivasyonu, NF-κB inhibisyonu, ROS inhibisyonu	*(Cheon vd., 2017),(Neves vd., 2015),(Yamawaki vd., 2012),(An vd., 2021),(Hwang vd., 2011)*
Asprosin	Çalışma Yapılmamış	Artar	AMPK inhibisyonu, MAPK aktivasyonu, NF-κB aktivasyonu, cAMP/PKA aktivasyonu, JAK2/STAT3 aktivasyonu, Akt aktivasyonu, NLRP3 aktivasyonu	*(Maurya vd., 2022), (Naiemian vd., 2020),(Shabir vd., 2022),(C. Wang vd., 2024),(Kong vd., 2023),(T. Lee vd., 2019)*
Omentin	Çalışma Yapılmamış	Azalır	AMPK aktivasyonu, MAPK aktivasyonu, NF-κB inhibisyonu, ROS inhibisyonu, JAK2/STAT3 aktivasyonu, NLRP3 inhibisyonu, PI3K/Akt aktivasyonu, eNOS aktivasyonu	*(Yan vd., 2011),(Y.-Y. Zhang & Zhou, 2013),(Maruyama vd., 2012),(Tao vd., 2023),(Duan vd., 2011),(J. Wang vd., 2020),(Yamawaki vd., 2010)*
Apelin	Çalışma Yapılmamış	Artar	eNOS aktivasyonu, AMPK aktivasyonu,MAPK aktivasyonu, ROS inhibisyonu, NF-κB inhibisyonu, JAK2/STAT3 aktivasyonu,	*(Zou vd., 2016),(Cavallo vd., 2012),(Fibbi vd., 2023),(Jia vd., 2007),(Attané vd., 2011),(Bai vd., 2008), (Than vd., 2012)*
IL-6	Artar	Artar	eNOS inhibisyonu, AMPK/MAPK aktivasyonu, JAK2/STAT3 aktivasyonu,	*(Alarcón-Aguilar vd., 2024),(Karagün & Baysak, 2020),(Wedrychowicz vd.,*

			NLRP3 aktivasyonu, NF-κB aktivasyonu, ROS aktivasyonu, PI3K/Akt aktivasyonu	*2004),(Calabrese & Rose-John, 2014),(Al-Khalili vd., 2006),(Andreozzi vd., 2007),(Suh vd., 2009), (Y. J. Lee vd., 2007)*
TNF-α	Artar	Artar	eNOS inhibisyonu, AMPK inhibisyonu, MAPK aktivasyonu, NF-κB aktinasyonu, ROS aktivasyonu, JAK2/STAT3 aktivasyonu, NLRP3 aktivasyonu, SOCS-3 aktivasyonu	*(Singh vd., 2012),(Engebretson vd., 2007),(Varfolomeev & Vucic, 2018),(Drabarek vd., 2012),(Bhatnagar vd., 2010),(Manohar, 2024),(Anderson vd., 2004)*
β	Artar	Artar	eNOS inhibisyonu, AMPK/MAPK aktivasyonu, cAMP inhibisyonu, NLRP3 aktivasyonu, ROS aktivasyonu, NF-κB aktivasyonu	*(Tsakiri vd., 2008),(Bhardwaj vd., 2017),(Cano-Cano vd., 2022),(Mezzasoma vd., 2017),(Maedler vd., 2009),(Tong vd., 2008),(Pyrillou vd., 2020) (Ravichandran vd., 2011),*

Tablo 1: İncelenen adipokinlerin diyabet ve vitiligo hastalarındaki seviye değişimleri, etki ettikleri başlıca biyokimyasal yolaklar ve ilgili çalışmalar.

Kısaltmalar: AMPK: AMP ile aktive olan protein kinaz; MAPK: Mitojenle aktive olan protein kinaz; ROS: Reaktif oksijen türleri; JAK2/STAT3: Janus kinaz 2/Sinyal dönüştürücü ve transkripsiyon aktivatörü 3; cAMP/PKA: Siklik adenozin monofosfat/Protein kinaz A; NF-κB: Nükleer faktör kappa B; eNOS: Endotelyal nitrik oksit sentaz; PI3K/Akt: Fosfatidilinositol 3-kinaz/Protein kinaz B; NLRP3: NLR familyası pirin domeni içeren protein 3; SOCS-3: Sitokin sinyal baskılayıcısı 3; IL-6: Interlökin-6; TNF-α: Tümör nekroz faktörü-alfa; IL-1β: Interlökin-1 beta.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Literatür taraması, diyabet hastalarında pro-inflamatuar ve metabolik etkileri olan birçok adipokinin seviyesinin arttığını göstermektedir. Spesifik olarak, leptin, resistin, visfatin, kemerin (chemerin), asprosin, apelin, interlökin-6 (IL-6), tümör nekroz faktörü-alfa (TNF-α) ve interlökin-1 beta (IL-1β) düzeylerinin diyabetik bireylerde yükseldiği bildirilmiştir (Tablo 1). Bu artışlarla ilişkili olarak aktive olan veya inhibe edilen temel biyokimyasal yolaklar arasında AMPK, MAPK, NF-κB, JAK/STAT gibi sinyal yolakları, reaktif oksijen türleri (ROS) üretimi, eNOS aktivitesi ve NLRP3 inflamatuar yolakları bulunmaktadır (Tablo 1). Buna karşın, anti-inflamatuar ve insülin duyarlılığını artırıcı etkileriyle bilinen adiponektin ve omentin seviyelerinin diyabet hastalarında azaldığı tespit edilmiştir (Tablo 1). Bu adipokinlerin azalması, NF-κB, ROS ve NLRP3 gibi inflamatuar yolakların inhibisyonunun azalması ve AMPK gibi metabolik düzenleyici yolakların aktivasyonunun düşmesi ile ilişkilidir (Tablo 1).

Vitiligo hastalarında yapılan sınırlı sayıdaki çalışmada, diyabetle benzer şekilde bazı pro-inflamatuar adipokinlerin seviyelerinde artış saptanmıştır. Leptin, resistin, IL-6, TNF-α ve IL-1β seviyelerinin vitiligo hastalarında arttığı gözlemlenmiştir (Tablo 1). Anti-inflamatuar adipokin olan adiponektinin ise vitiligo hastalarında azaldığı rapor edilmiştir (Tablo 1)Bu bulgular, vitiligo patogenezinde de sistemik veya lokal inflamasyonun ve oksidatif stresin rol oynayabileceğine işaret etmektedir (Tablo 1). Ancak, visfatin, kemerin, asprosin, omentin ve apelin gibi diğer önemli adipokinlerin vitiligo hastalarındaki seviyeleri hakkında yeterli çalışma bulunmamaktadır ve bu konuda daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Tablo 1).

Eldeki çalışmalar, hem diyabet hem de vitiligo patogenezinde ortak inflamatuar ve metabolik yolakların etkilendiğini düşündürmektedir. Özellikle leptin, resistin, IL-6, TNF-α, IL-1β gibi adipokinlerdeki artış ve adiponektindeki azalış her iki hastalık için ortak bir bulgu olarak öne çıkmaktadır (Tablo 1). Bu adipokinlerin etkilediği başlıca biyokimyasal yolaklar arasında AMPK ve MAPK gibi metabolik sinyal yolakları, NF-κB, JAK/STAT ve NLRP3 gibi inflamatuar sinyal yolakları, ROS üretimi ve eNOS aktivitesi gibi oksidatif stres ve endotel fonksiyonu ile ilişkili mekanizmalar yer almaktadır (Tablo 1). Bu durum, adipoz doku kaynaklı sinyal moleküllerinin, görünüşte farklı olan bu iki hastalığın altında yatan bazı ortak mekanizmalarla ilişkili olabileceğini göstermektedir.

Hem vitiligo hem de diyabet hastalarında TNF-α, IL-6 ve IL-1β gibi bazı pro-inflamatuar adipokinlerin artışı her iki hastalığın biyokimyasal mekanizmalarının birbirleri ile çok benzer olduğunu göstermektedir (Gholijani vd., 2020; Reinehr, 2019). Bu pro-inflamatuar adipokinlerdeki artış, sadece bir tesadüf değil; aksine, derideki melanosit kaybından pankreasın insülin üretimine kadar uzanan patolojik süreçlerin altında yatan benzer biyokimyasal bir dilin varlığını ele vermektedir. Bu moleküllerin ortaklığı, inflamasyon ve metabolik stresin insan vücudunda ne kadar derin bir şekilde iç içe geçtiğini gözler önüne sermektedir (Kang vd., 2022).

Bir çalışmada vitiligo hastalarında süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesi artarken bir başka çalışmada ise diyabet hastalarında Nikotinamid Adenin Dinükleotid Fosfat Hidrojen (NADPH) oksidaz kaynaklı ROS artışı meydana gelmiştir (Brown vd., 2021; Yildirim vd., 2003). Bu bulgular, oksidatif stresin hem diyabet hem de vitiligo patogenezinde ortak bir mekanizma olabileceğini ve farklı enzimatik yollarla hastalık progresyonuna katkıda bulunabileceğini göstermektedir.

NF-κB üzerine yapılmış bir çalışma, NF-κB aktivasyonu melanosit ölümüne yol açabilecek inflamatuar süreçleri tetiklediği ortaya çıkmıştır (Wan vd., 2017). Başka bir araştırmada ise NF-κB, İnsulin direncini de arttırarak diyabetin patogenezinde de önemli bir rol oynadığı kanıtlanmıştır (Xiao vd., 2022). Bu bağlam, NF-κB'nin hem diyabette insülin direncini hem de vitiligoda melanosit ölümünü tetiklemesi, adipokinlerin sistemik etkisinin olduğunu göstermektedir.

Anti-inflamatuar etkileri olarak adipokinler içinde en bilineni olan adiponektin üzerine yapılan bir araştırmada insülin duyarlılığını arttırdığı, kardiyovasküler koruma sağladığı ve inflamasyonu azalttığı ortaya çıkmıştır (Aljafary & Al-Suhaimi, 2022). Bir başka çalışmada ise omentinin kardiyoprotektif ve anti-inflamatuar etkilere sahip olduğunu göstermiştir (Smekal & Vaclavik, 2017). Mevcut literatürü destekleyen derleme çalışmamızla birlikte Adiponektin ve omentin seviyelerini arttıran ajanlar, hem insülin duyarlılığını hem de melanosit korunumunu destekleyebileceğini göstermiştir. Bu durum yeni tedavi tekniklerine zemin hazırlamıştır.

Mendelian randomizasyon (MR) temelli bir çalışma, diyabet ve vitiligo arasındaki ilişkiye dair önemli bir paradigma sunmaktadır. Çalışma, disglisemik bazı parametreler ile vitiligo arasında nedensel bir bağlantı olmadığını ortaya koymuş olsa da, Tip 1 diyabetin (T1DM) vitiligo gelişimi için istatistiksel olarak anlamlı bir risk faktörü olduğunu vurgulamaktadır. Bu bulgu, gözlemsel çalışmalarda sıklıkla rapor edilen vitiligo ve diyabet birlikteliğini desteklerken, iki hastalık arasındaki ilişkinin glukoz metabolizmasından bağımsız olarak ortak otoimmün ve inflamatuar mekanizmalarla şekillenebileceğine işaret etmektedir (Hu vd., 2024). Özellikle T1DM'de β-hücre yıkımına yol açan otoantikorların, vitiligoda melanositlerin parçalanmasına sebep olan otoimmün yanıtla benzer immün regülasyon dengesizliklerini paylaşması, bu

ilişkinin altında yatan muhtemel bir nedensellik olabilir. Bizim çalışmamızda da her iki hastalıkta yükselen TNF-α, IL-6 ve IL-1β gibi pro-inflamatuar adipokinler, bu otoimmün-inflamatuar süreçte bir köprü işlevi görebilir. Ayrıca çalışmada disglisemik parametreler ile nedensellik bağlantısının olmaması bu inflamatuar süreçlerin adipokinler üzerinden yürüdüğünü düşündürebilir. Bu bağlamda, T1DM'deki otoimmün atağın, adipokin dengesizliği üzerinden melanosit hasarını tetikleyebileceği hipotezi öne sürülebilir. Nitekim, T1DM tedavisinde kullanılan immünomodülatör yaklaşımlardan anti-TNF-α gibi, vitiligo yönetiminde de etkinliğinin araştırılması, gelecek çalışmalar için değerli bir alan olabilir. Ancak, bu ilişkinin moleküler detaylarının (örn. spesifik adipokinlerin dokuya özgü etkileri) ve epigenetik faktörlerin rolünün henüz net olmadığı unutulmamalıdır. Bu çalışma, diyabet ve vitiligo arasındaki beklenmedik bağlantıyı genetik düzey üzerinde de ortaya konularak, her iki hastalığın tedavisinde ortak hedeflere odaklanılması gerektiğini vurgulamaktadır.

Diyabet ve vitiligo arasındaki ilişkiyi ele alan bir sistematik derleme ve meta-analiz çalışması, her iki hastalık arasındaki bağlantıyı epidemiyolojik düzeyde de netleştirmektedir. Bulgular, vitiligonun hem Tip 1 hem de Tip 2 diyabet ile anlamlı bir ilişkisi olduğunu ortaya koyarak, adipokin aracılı ortak mekanizmaların klinik yansımalarını desteklemektedir (Liang vd., 2024). Özellikle Tip 1 diyabetteki otoimmün kökenin, vitiligodaki melanosit yıkımıyla paylaştığı immün regülasyon bozuklukları, bu ilişkinin temelini oluşturabilir. Ancak Tip 2 diyabetle olan güçlü bağlantı, sadece otoimmüniteyle değil, adipokin dengesizliği ve kronik inflamasyonun metabolik ve oksidatif stres bağlamındaki rolüyle de açıklanabilir. Ancak bahsedilen literatürde de belirtildiği üzere, oksidatif stresin her iki hastalıkta da patogenezi tetikleyen ortak bir payda olması, bu süreci etkileyen adipokinlerin ROS üretimini artırıcı ve antioksidan savunmayı baskılayıcı etkileriyle de tutarlılık göstermektedir. Ancak, çalışmanın sınırlılıkları (vitiligo alt tiplerinin ve etnik çeşitliliğin yeterince temsil edilmemesi), özellikle vitiligoda artmış otoimmün riskin mi yoksa metabolik disfonksiyonun mu baskın olduğu sorusunu cevapsız bırakmaktadır. Bu meta-analiz, vitiligo hastalarında rutin diyabet taramasının önemini gösterirken, adipokin profillerinin hastalık alt gruplarına göre değişip değişmediğinin araştırılması, kişiselleştirilmiş önlemler geliştirilmesi açısından kritik olacaktır. Sonuç olarak, diyabet ve vitiligo arasındaki çift yönlü ilişki, yalnızca klinik değil, aynı zamanda hücresel düzeyde ortak bir biyolojik dilin varlığına işaret etmekle birlikte gelecekteki terapötik hedefleri de şekillendirebilir.

Ancak, vitiligoda visfatin, apelin, chemerin, asprosin ve omentin gibi adipokinler üzerine mevcut veri yetersizliği, sonuçların genellenebilirliğini kısıtlamaktadır. Bu nedenle, çalışmamız vitiligoda bu adipokinlerin seviyelerini inceleyen daha kapsamlı ve geniş ölçekli araştırmalara duyulan ihtiyacı vurgulamaktadır.

Son olarak, çalışmamız diyabet ve vitiligonun adipokin aracılı inflamatuar ve metabolik yolaklar üzerinden beklenmedik bir şekilde kesiştiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca bu moleküllerin modülasyonu, her iki hastalık için de yenilikçi tedavi yaklaşımlarının geliştirilmesine olanak sağlayabileceğini göstermiştir.

5. KAYNAKLAR

Adya, R., Tan, B. K., Punn, A., Chen, J., & Randeva, H. S. (2008). Visfatin induces human endothelial VEGF and MMP-2/9 production via MAPK and PI3K/Akt signalling pathways: Novel insights into visfatin-induced angiogenesis. *Cardiovascular Research, 78*(2), 356-365. https://doi.org/10.1093/cvr/cvm111

Afkhami-Ardekani, M., Ghadiri-Anari, A., Ebrahimzadeh-Ardakani, M., & Zaji, N. (2014). Prevalence of vitiligo among type 2 diabetic patients in an Iranian population. *International Journal of Dermatology*, *53*(8), 956-958. https://doi.org/10.1111/ijd.12148

Alarcón-Aguilar, F. J., de la Mora, I. D., & Fortis-Barrera, A. (2024). Anti-inflammatory action and effects on carbohydrate and lipid metabolism: An understudied role of interleukin-6. *European Cytokine Network*, *35*(4), 48-55. https://doi.org/10.1684/ecn.2024.0499

Aljafary, M. A., & Al-Suhaimi, E. A. (2022). Adiponectin System (Rescue Hormone): The Missing Link between Metabolic and Cardiovascular Diseases. *Pharmaceutics*, *14*(7), 1430. https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14071430

Al-Khalili, L., Bouzakri, K., Glund, S., Lönnqvist, F., Koistinen, H. A., & Krook, A. (2006). Signaling specificity of interleukin-6 action on glucose and lipid metabolism in skeletal muscle. *Molecular Endocrinology (Baltimore, Md.)*, *20*(12), 3364-3375. https://doi.org/10.1210/me.2005-0490

An, X., Liu, J., Li, Y., Dou, Z., Li, N., Suo, Y., Ma, Y., Sun, M., Tian, Z., & Xu, L. (2021). Chemerin/CMKLR1 ameliorates nonalcoholic steatohepatitis by promoting autophagy and alleviating oxidative stress through the JAK2-STAT3 pathway. *Peptides*, *135*, 170422. https://doi.org/10.1016/j.peptides.2020.170422

Anakök, G. A., Awad, S. F., Çağlayan, Ç., Huangfu, P., Abu-Raddad, L. J., Unal, B., & Critchley, J. A. (2022). Impact of trends and gender disparity in obesity on future type 2 diabetes in Turkey: A mathematical modelling analysis. *BMJ Open*, *12*(5), e053541. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-053541

Anderson, H. D. I., Rahmutula, D., & Gardner, D. G. (2004). Tumor necrosis factor-alpha inhibits endothelial nitric-oxide synthase gene promoter activity in bovine aortic endothelial cells. *The Journal of Biological Chemistry*, *279*(2), 963-969. https://doi.org/10.1074/jbc.M309552200

Andrade-Oliveira, V., Câmara, N. O. S., & Moraes-Vieira, P. M. (2015). Adipokines as drug targets in diabetes and underlying disturbances. *Journal of Diabetes Research*, *2015*, 681612. https://doi.org/10.1155/2015/681612

Andreozzi, F., Laratta, E., Procopio, C., Hribal, M. L., Sciacqua, A., Perticone, M., Miele, C., Perticone, F., & Sesti, G. (2007). Interleukin-6 impairs the insulin signaling pathway, promoting production of nitric oxide in human umbilical vein endothelial cells. *Molecular and Cellular Biology*, *27*(6), 2372-2383. https://doi.org/10.1128/MCB.01340-06

Attané, C., Daviaud, D., Dray, C., Dusaulcy, R., Masseboeuf, M., Prévot, D., Carpéné, C., Castan-Laurell, I., & Valet, P. (2011). Apelin stimulates glucose uptake but not lipolysis in human adipose tissue ex vivo. *Journal of Molecular Endocrinology*, *46*(1), 21-28. https://doi.org/10.1677/JME-10-0105

Bai, B., Tang, J., Liu, H., Chen, J., Li, Y., & Song, W. (2008). Apelin-13 induces ERK1/2 but not p38 MAPK activation through coupling of the human apelin receptor to the Gi2 pathway. *Acta Biochimica Et Biophysica Sinica*, *40*(4), 311-318. https://doi.org/10.1111/j.1745-7270.2008.00403.x

Bhardwaj, S., Rani, S., Srivastava, N., Kumar, R., & Parsad, D. (2017). Increased systemic and epidermal levels of IL-17A and IL-1β promotes progression of non-segmental vitiligo. *Cytokine*, *91*, 153-161. https://doi.org/10.1016/j.cyto.2016.12.014

Bhatnagar, S., Panguluri, S. K., Gupta, S. K., Dahiya, S., Lundy, R. F., & Kumar, A. (2010). Tumor necrosis factor-α regulates distinct molecular pathways and gene networks in cultured skeletal muscle cells. *PloS One*, *5*(10), e13262. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013262

Boniface, K., Seneschal, J., Picardo, M., & Taïeb, A. (2018). Vitiligo: Focus on Clinical Aspects, Immunopathogenesis, and Therapy. *Clinical Reviews in Allergy & Immunology*, *54*(1), 52-67. https://doi.org/10.1007/s12016-017-8622-7

Brown, O. I., Bridge, K. I., & Kearney, M. T. (2021). Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate Oxidases in Glucose Homeostasis and Diabetes-Related Endothelial Cell Dysfunction. *Cells*, *10*(9), 2315. https://doi.org/10.3390/cells10092315

Calabrese, L. H., & Rose-John, S. (2014). IL-6 biology: Implications for clinical targeting in rheumatic disease. *Nature Reviews. Rheumatology*, *10*(12), 720-727. https://doi.org/10.1038/nrrheum.2014.127

Cano-Cano, F., Gómez-Jaramillo, L., Ramos-García, P., Arroba, A. I., & Aguilar-Diosdado, M. (2022). IL-1β Implications in Type 1 Diabetes Mellitus Progression: Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine*, *11*(5), 1303. https://doi.org/10.3390/jcm11051303

Cavallo, M. G., Sentinelli, F., Barchetta, I., Costantino, C., Incani, M., Perra, L., Capoccia, D., Romeo, S., Cossu, E., Leonetti, F., Agati, L., & Baroni, M. G. (2012). Altered glucose homeostasis is associated with increased serum apelin levels in type 2 diabetes mellitus. *PloS One*, *7*(12), e51236. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051236

Chen, C., Jiang, J., Lü, J.-M., Chai, H., Wang, X., Lin, P. H., & Yao, Q. (2010). Resistin decreases expression of endothelial nitric oxide synthase through oxidative stress in human coronary artery endothelial cells. *American Journal of Physiology. Heart and Circulatory Physiology*, *299*(1), H193-201. https://doi.org/10.1152/ajpheart.00431.2009

Chen, D., Wang, J., Cao, J., & Zhu, G. (2024). cAMP-PKA signaling pathway and anxiety: Where do we go next? *Cellular Signalling*, *122*, 111311. https://doi.org/10.1016/j.cellsig.2024.111311

Chen, M.-P., Chung, F.-M., Chang, D.-M., Tsai, J. C.-R., Huang, H.-F., Shin, S.-J., & Lee, Y.-J. (2006). Elevated plasma level of visfatin/pre-B cell colony-enhancing factor in patients with type 2 diabetes mellitus. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, *91*(1), 295-299. https://doi.org/10.1210/jc.2005-1475

Cheon, D. Y., Kang, J. G., Lee, S. J., Ihm, S. H., Lee, E. J., Choi, M. G., Yoo, H. J., & Kim, C. S. (2017). Serum Chemerin Levels are Associated with Visceral Adiposity, Independent of Waist Circumference, in Newly Diagnosed Type 2 Diabetic Subjects. *Yonsei Medical Journal*, *58*(2), 319-325. https://doi.org/10.3349/ymj.2017.58.2.319

Chetboun, M., Abitbol, G., Rozenberg, K., Rozenfeld, H., Deutsch, A., Sampson, S. R., & Rosenzweig, T. (2012). Maintenance of redox state and pancreatic beta-cell function: Role of leptin and adiponectin. *Journal of Cellular Biochemistry*, *113*(6), 1966-1976. https://doi.org/10.1002/jcb.24065

Clemente-Suárez, V. J., Redondo-Flórez, L., Beltrán-Velasco, A. I., Martín-Rodríguez, A., Martínez-Guardado, I., Navarro-Jiménez, E., Laborde-Cárdenas, C. C., & Tornero-Aguilera, J. F. (2023). The Role of Adipokines in Health and Disease. *Biomedicines*, *11*(5), 1290. https://doi.org/10.3390/biomedicines11051290

Dakroub, A., A Nasser, S., Younis, N., Bhagani, H., Al-Dhaheri, Y., Pintus, G., Eid, A. A., El-Yazbi, A. F., & Eid, A. H. (2020). Visfatin: A Possible Role in Cardiovasculo-Metabolic Disorders. *Cells*, *9*(11), 2444. https://doi.org/10.3390/cells9112444

Deb, A., Deshmukh, B., Ramteke, P., Bhati, F. K., & Bhat, M. K. (2021). Resistin: A journey from metabolism to cancer. *Translational Oncology*, *14*(10), 101178. https://doi.org/10.1016/j.tranon.2021.101178

Drabarek, B., Dymkowska, D., Szczepanowska, J., & Zabłocki, K. (2012). TNFα affects energy metabolism and stimulates biogenesis of mitochondria in EA.hy926 endothelial cells. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, *44*(9), 1390-1397. https://doi.org/10.1016/j.biocel.2012.05.022

Duan, X.-Y., Xie, P.-L., Ma, Y.-L., & Tang, S.-Y. (2011). Omentin inhibits osteoblastic differentiation of calcifying vascular smooth muscle cells through the PI3K/Akt pathway. *Amino Acids*, *41*(5), 1223-1231. https://doi.org/10.1007/s00726-010-0800-3

El-Hawary, M., El-Tahlawi, S., Ibrahim, S., El Ansary, M., & Mogawer, R. M. (2022). Possible enigmatic link between serum leptin and vitiligo with its metabolic derangements: A comparative controlled study. *Journal of Cosmetic Dermatology*, *21*(7), 2971-2976. https://doi.org/10.1111/jocd.14490

Engebretson, S., Chertog, R., Nichols, A., Hey-Hadavi, J., Celenti, R., & Grbic, J. (2007). Plasma levels of tumour necrosis factor-alpha in patients with chronic periodontitis and type 2 diabetes. *Journal of Clinical Periodontology*, *34*(1), 18-24. https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2006.01017.x

Farhan, J., Al-Shobaili, H. A., Zafar, U., Al Salloom, A., Meki, A. R., & Rasheed, Z. (2014). Interleukin-6: A possible inflammatory link between vitiligo and type 1 diabetes. *British Journal of Biomedical Science*, *71*(4), 151-157. https://doi.org/10.1080/09674845.2014.11669980

Fibbi, B., Marroncini, G., Naldi, L., & Peri, A. (2023). The Yin and Yang Effect of the Apelinergic System in Oxidative Stress. *International Journal of Molecular Sciences*, *24*(5), 4745. https://doi.org/10.3390/ijms24054745

Folco, E. J., Rocha, V. Z., López-Ilasaca, M., & Libby, P. (2009). Adiponectin inhibits pro-inflammatory signaling in human macrophages independent of interleukin-10. *The Journal of Biological Chemistry*, *284*(38), 25569-25575. https://doi.org/10.1074/jbc.M109.019786

Gholijani, N., Yazdani, M.-R., & Dastgheib, L. (2020). Predominant role of innate pro-inflammatory cytokines in vitiligo disease. *Archives of Dermatological Research*, *312*(2), 123-131. https://doi.org/10.1007/s00403-019-01996-9

Habib, S. S. (2012). Serum resistin levels in patients with type 2 diabetes mellitus and its relationship with body composition. *Saudi Medical Journal*, *33*(5), 495-499.

He, L., Xuan, W., Liu, D., Zhong, J., Luo, H., Cui, H., Zhang, X., & Chen, W. (2024). The role of adiponectin in the association between abdominal obesity and type 2 diabetes: A mediation analysis among 232,438 Chinese participants. *Frontiers in Endocrinology*, *15*, 1327716. https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1327716

Hernández-Díaz, Y., de Los Ángeles Ovando-Almeida, M., Fresán, A., Juárez-Rojop, I. E., Genis-Mendoza, A. D., Nicolini, H., González-Castro, T. B., Tovilla-Zárate, C. A., & López-Narváez, M. L. (2024). Increased Leptin Levels in Plasma and Serum in Patients with Metabolic

Disorders: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Molecular Sciences*, *25*(23), 12668. https://doi.org/10.3390/ijms252312668

Hu, S., Che, Y., Cai, J., Chen, S., Gao, R., & Huang, X. (2024). Diabetes, glycemic profile and risk of vitiligo: A Mendelian randomization study. *Skin Research and Technology: Official Journal of International Society for Bioengineering and the Skin (ISBS) [and] International Society for Digital Imaging of Skin (ISDIS) [and] International Society for Skin Imaging (ISSI)*, *30*(7), e13787. https://doi.org/10.1111/srt.13787

Hwang, Y. P., Kim, H. G., Hien, T. T., Jeong, M. H., Jeong, T. C., & Jeong, H. G. (2011). Puerarin activates endothelial nitric oxide synthase through estrogen receptor-dependent PI3-kinase and calcium-dependent AMP-activated protein kinase. *Toxicology and Applied Pharmacology*, *257*(1), 48-58. https://doi.org/10.1016/j.taap.2011.08.017

Iwanowski, T., Kołkowski, K., Nowicki, R. J., & Sokołowska-Wojdyło, M. (2023). Etiopathogenesis and Emerging Methods for Treatment of Vitiligo. *International Journal of Molecular Sciences*, *24*(11), 9749. https://doi.org/10.3390/ijms24119749

Janovská, A., Hatzinikolas, G., Staikopoulos, V., McInerney, J., Mano, M., & Wittert, G. A. (2008). AMPK and ACC phosphorylation: Effect of leptin, muscle fibre type and obesity. *Molecular and Cellular Endocrinology*, *284*(1-2), 1-10. https://doi.org/10.1016/j.mce.2007.12.013

Jia, Y. X., Lu, Z. F., Zhang, J., Pan, C. S., Yang, J. H., Zhao, J., Yu, F., Duan, X. H., Tang, C. S., & Qi, Y. F. (2007). Apelin activates L-arginine/nitric oxide synthase/nitric oxide pathway in rat aortas. *Peptides*, *28*(10), 2023-2029. https://doi.org/10.1016/j.peptides.2007.07.016

Kang, P., Zhang, W.-G., Ji, Z.-H., Shao, Z.-J., & Li, C.-Y. (2022). Association between vitiligo and relevant components of metabolic syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Journal Der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft = Journal of the German Society of Dermatology: JDDG*, *20*(5), 629-641. https://doi.org/10.1111/ddg.14717

Karadag, A. S., Tutal, E., & Ertugrul, D. T. (2011). Insulin resistance is increased in patients with vitiligo. *Acta Dermato-Venereologica*, *91*(5), 541-544. https://doi.org/10.2340/00015555-1141

Karagün, E., & Baysak, S. (2020). Levels of TNF-α, IL-6, IL-17, IL-37 cytokines in patients with active vitiligo. *The Aging Male: The Official Journal of the International Society for the Study of the Aging Male*, *23*(5), 1487-1492. https://doi.org/10.1080/13685538.2020.1806814

Karmazyn, M., Purdham, D. M., Rajapurohitam, V., & Zeidan, A. (2008). Signalling mechanisms underlying the metabolic and other effects of adipokines on the heart. *Cardiovascular Research*, *79*(2), 279-286. https://doi.org/10.1093/cvr/cvn115

King, A. J. F. (2012). The use of animal models in diabetes research. *British Journal of Pharmacology*, *166*(3), 877-894. https://doi.org/10.1111/j.1476-5381.2012.01911.x

Kohal, R., Bisht, P., Gupta, G. D., & Verma, S. K. (2024). Targeting JAK2/STAT3 for the treatment of cancer: A review on recent advancements in molecular development using structural analysis and SAR investigations. *Bioorganic Chemistry*, *143*, 107095. https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2023.107095

Kong, S.-M., Sun, X.-Y., Cui, W.-Y., & Cao, Y.-C. (2023). Chemerin Exacerbates Psoriasis by Stimulating Keratinocyte Proliferation and Cytokine Production. *Current Medical Science*, *43*(2), 399-408. https://doi.org/10.1007/s11596-023-2721-x

Kovács, D., Fazekas, F., Oláh, A., & Törőcsik, D. (2020). Adipokines in the Skin and in Dermatological Diseases. *International Journal of Molecular Sciences*, *21*. https://doi.org/10.3390/ijms21239048

Lee, T., Yun, S., Jeong, J. H., & Jung, T. W. (2019). Asprosin impairs insulin secretion in response to glucose and viability through TLR4/JNK-mediated inflammation. *Molecular and Cellular Endocrinology*, *486*, 96-104. https://doi.org/10.1016/j.mce.2019.03.001

Lee, Y. J., Heo, J. S., Suh, H. N., Lee, M. Y., & Han, H. J. (2007). Interleukin-6 stimulates alpha-MG uptake in renal proximal tubule cells: Involvement of STAT3, PI3K/Akt, MAPKs, and NF-kappaB. *American Journal of Physiology. Renal Physiology*, *293*(4), F1036-1046. https://doi.org/10.1152/ajprenal.00034.2007

Liang, X., Guo, F., Zhang, M., Wang, C., Lin, N., Liu, L., Chen, Y., Liu, F., Du, Y., Li, L., & Li, X. (2024). Risk factors for cardiovascular diseases in patients with vitiligo: An analysis of current evidence. *Annals of Medicine*, *56*(1), 2326297. https://doi.org/10.1080/07853890.2024.2326297

Lovren, F., Pan, Y., Shukla, P. C., Quan, A., Teoh, H., Szmitko, P. E., Peterson, M. D., Gupta, M., Al-Omran, M., & Verma, S. (2009). Visfatin activates eNOS via Akt and MAP kinases and improves endothelial cell function and angiogenesis in vitro and in vivo: Translational implications for atherosclerosis. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism*, *296*(6), E1440-1449. https://doi.org/10.1152/ajpendo.90780.2008

Maedler, K., Dharmadhikari, G., Schumann, D. M., & Størling, J. (2009). Interleukin-1 beta targeted therapy for type 2 diabetes. *Expert Opinion on Biological Therapy*, *9*(9), 1177-1188. https://doi.org/10.1517/14712590903136688

Manohar, S. M. (2024). At the Crossroads of TNF α Signaling and Cancer. *Current Molecular Pharmacology*, *17*(1), e060923220758. https://doi.org/10.2174/1874467217666230908111754

Maruyama, S., Shibata, R., Kikuchi, R., Izumiya, Y., Rokutanda, T., Araki, S., Kataoka, Y., Ohashi, K., Daida, H., Kihara, S., Ogawa, H., Murohara, T., & Ouchi, N. (2012). Fat-derived factor omentin stimulates endothelial cell function and ischemia-induced revascularization via endothelial nitric oxide synthase-dependent mechanism. *The Journal of Biological Chemistry*, *287*(1), 408-417. https://doi.org/10.1074/jbc.M111.261818

Marzano, A. V., Alberti-Violetti, S., Maronese, C. A., Avallone, G., & Jommi, C. (2023). Vitiligo: Unmet Need, Management and Treatment Guidelines. *Dermatology Practical & Conceptual*, *13*(4S2), e2023316S. https://doi.org/10.5826/dpc.1304S2a316S

Maurya, S., Krishna, A., Lal, B., & Singh, A. (2022). Asprosin promotes steroidogenesis and spermatogenesis with improved glucose metabolism in adult mice testis. *Andrologia*, *54*(11), e14579. https://doi.org/10.1111/and.14579

Mechanick, J. I., Zhao, S., & Garvey, W. T. (2016). The Adipokine-Cardiovascular-Lifestyle Network: Translation to Clinical Practice. *Journal of the American College of Cardiology*, *68*(16), 1785-1803. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.06.072

Mengie Ayele, T., Tilahun Muche, Z., Behaile Teklemariam, A., Bogale Kassie, A., & Chekol Abebe, E. (2022). Role of JAK2/STAT3 Signaling Pathway in the Tumorigenesis, Chemotherapy Resistance, and Treatment of Solid Tumors: A Systemic Review. *Journal of Inflammation Research*, *15*, 1349-1364. https://doi.org/10.2147/JIR.S353489

Mezzasoma, L., Antognelli, C., & Talesa, V. N. (2017). A Novel Role for Brain Natriuretic Peptide: Inhibition of IL-1β Secretion via Downregulation of NF-kB/Erk 1/2 and NALP3/ASC/Caspase-1 Activation in Human THP-1 Monocyte. *Mediators of Inflammation*, *2017*, 5858315. https://doi.org/10.1155/2017/5858315

Naiemian, S., Naeemipour, M., Zarei, M., Lari Najafi, M., Gohari, A., Behroozikhah, M. R., Heydari, H., & Miri, M. (2020). Serum concentration of asprosin in new-onset type 2 diabetes. *Diabetology & Metabolic Syndrome*, *12*, 65. https://doi.org/10.1186/s13098-020-00564-w

Neves, K. B., Nguyen Dinh Cat, A., Lopes, R. A. M., Rios, F. J., Anagnostopoulou, A., Lobato, N. S., de Oliveira, A. M., Tostes, R. C., Montezano, A. C., & Touyz, R. M. (2015). Chemerin Regulates Crosstalk Between Adipocytes and Vascular Cells Through Nox. *Hypertension (Dallas, Tex.: 1979)*, *66*(3), 657-666. https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.115.05616

Obeng-Asumeng, C., Rodriguez-Bolanos, F., & Gooderham, M. (2024). Real-World Experience of Vitiligo Patients: A Retrospective Chart Review. *Journal of Cutaneous Medicine and Surgery*, *28*(2), 134-135. https://doi.org/10.1177/12034754231223699

Oita, R. C., Ferdinando, D., Wilson, S., Bunce, C., & Mazzatti, D. J. (2010). Visfatin induces oxidative stress in differentiated C2C12 myotubes in an Akt- and MAPK-independent, NFkB-dependent manner. *Pflugers Archiv: European Journal of Physiology*, *459*(4), 619-630. https://doi.org/10.1007/s00424-009-0752-1

O'Sullivan, K. E., Reynolds, J. V., O'Hanlon, C., O'Sullivan, J. N., & Lysaght, J. (2014). Could signal transducer and activator of transcription 3 be a therapeutic target in obesity-related gastrointestinal malignancy? *Journal of Gastrointestinal Cancer*, *45*(1), 1-11. https://doi.org/10.1007/s12029-013-9555-x

Ouedraogo, R., Wu, X., Xu, S.-Q., Fuchsel, L., Motoshima, H., Mahadev, K., Hough, K., Scalia, R., & Goldstein, B. J. (2006). Adiponectin suppression of high-glucose-induced reactive oxygen species in vascular endothelial cells: Evidence for involvement of a cAMP signaling pathway. *Diabetes*, *55*(6), 1840-1846. https://doi.org/10.2337/db05-1174

Papaccio, F., Ottaviani, M., Truglio, M., D'Arino, A., Caputo, S., Pacifico, A., Iacovelli, P., Di Nardo, A., Picardo, M., & Bellei, B. (2024). Markers of Metabolic Abnormalities in Vitiligo Patients. *International Journal of Molecular Sciences*, *25*(18), 10201. https://doi.org/10.3390/ijms251810201

Paz-Filho, G., Mastronardi, C., Franco, C. B., Wang, K. B., Wong, M.-L., & Licinio, J. (2012). Leptin: Molecular mechanisms, systemic pro-inflammatory effects, and clinical implications. *Arquivos Brasileiros De Endocrinologia E Metabologia*, *56*(9), 597-607. https://doi.org/10.1590/s0004-27302012000900001

Pyrillou, K., Burzynski, L. C., & Clarke, M. C. H. (2020). Alternative Pathways of IL-1 Activation, and Its Role in Health and Disease. *Frontiers in Immunology*, *11*, 613170. https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.613170

R Babu, K., & Tay, Y. (2019). The Yin-Yang Regulation of Reactive Oxygen Species and MicroRNAs in Cancer. *International Journal of Molecular Sciences*, *20*(21), 5335. https://doi.org/10.3390/ijms20215335

Ravichandran, K., Tyagi, A., Deep, G., Agarwal, C., & Agarwal, R. (2011). Interleukin-1beta-induced iNOS expression in human lung carcinoma A549 cells: Involvement of STAT and MAPK pathways. *Indian Journal of Experimental Biology*, *49*(11), 840-847.

Reinehr, T. (2019). Inflammatory markers in children and adolescents with type 2 diabetes mellitus. *Clinica Chimica Acta; International Journal of Clinical Chemistry*, *496*, 100-107. https://doi.org/10.1016/j.cca.2019.07.006

Ren, Y., Zhao, H., Yin, C., Lan, X., Wu, L., Du, X., Griffiths, H. R., & Gao, D. (2022). Adipokines, Hepatokines and Myokines: Focus on Their Role and Molecular Mechanisms in Adipose Tissue Inflammation. *Frontiers in Endocrinology*, *13*, 873699. https://doi.org/10.3389/fendo.2022.873699

Rodríguez, M., Moltó, E., Aguado, L., Gallardo, N., Andrés, A., & Arribas, C. (2015). S-resistin, a non secretable resistin isoform, impairs the insulin signalling pathway in 3T3-L1 adipocytes. *Journal of Physiology and Biochemistry*, *71*(3), 381-390. https://doi.org/10.1007/s13105-015-0418-8

Rzepa, Ł., Peller, M., Eyileten, C., Rosiak, M., Kondracka, A., Mirowska-Guzel, D., Opolski, G., Filipiak, K. J., Postuła, M., & Kapłon-Cieslicka, A. (2021). Resistin is Associated with Inflammation and Renal Function, but not with Insulin Resistance in Type 2 Diabetes. *Hormone and Metabolic Research = Hormon- Und Stoffwechselforschung = Hormones Et Metabolisme*, *53*(7), 478-484. https://doi.org/10.1055/a-1492-3077

Sapra, A., & Bhandari, P. (2025). Diabetes. Içinde *StatPearls*. StatPearls Publishing. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551501/

Sena, C. M., Pereira, A., Fernandes, R., Letra, L., & Seiça, R. M. (2017). Adiponectin improves endothelial function in mesenteric arteries of rats fed a high-fat diet: Role of perivascular adipose tissue. *British Journal of Pharmacology*, *174*(20), 3514-3526. https://doi.org/10.1111/bph.13756

Shabir, K., Gharanei, S., Orton, S., Patel, V., Chauhan, P., Karteris, E., Randeva, H. S., Brown, J. E., & Kyrou, I. (2022). Asprosin Exerts Pro-Inflammatory Effects in THP-1 Macrophages Mediated via the Toll-like Receptor 4 (TLR4) Pathway. *International Journal of Molecular Sciences*, *24*(1), 227. https://doi.org/10.3390/ijms24010227

Shao, X., Pan, X., Chen, T., Chen, Z., Li, Y., Zhong, J., Wang, R., Yu, J., Chen, J., & Chen, Y. (2024a). Exploring the Role of Adipose Tissue Dysregulation in Vitiligo Pathogenesis: A Body Composition Analysis. *Acta Dermato-Venereologica*, *104*, adv41018. https://doi.org/10.2340/actadv.v104.41018

Shao, X., Pan, X., Chen, T., Chen, Z., Li, Y., Zhong, J., Wang, R., Yu, J., Chen, J., & Chen, Y. (2024b). Exploring the Role of Adipose Tissue Dysregulation in Vitiligo Pathogenesis: A Body Composition Analysis. *Acta Dermato-Venereologica*, *104*, adv41018. https://doi.org/10.2340/actadv.v104.41018

Shehzad, A., Iqbal, W., Shehzad, O., & Lee, Y. S. (2012). Adiponectin: Regulation of its production and its role in human diseases. *Hormones (Athens, Greece)*, *11*(1), 8-20. https://doi.org/10.1007/BF03401534

Shiny M. Lizia And A.J. Hemamalini. (2016). Appetite Regulatory Hormones – A Novel Target for Prevention, Management, and Treatment of Obesity. *Clinical Medicine Reviews in Therapeutics*, *8*, 7-13. https://doi.org/10.4137/CMRT.S32424

Singh, S., Singh, U., & Pandey, S. S. (2012). Serum concentration of IL-6, IL-2, TNF-α, and IFNγ in Vitiligo patients. *Indian Journal of Dermatology, 57*(1), 12-14. https://doi.org/10.4103/0019-5154.92668

Smekal, A., & Vaclavik, J. (2017). Adipokines and cardiovascular disease: A comprehensive review. *Biomedical Papers of the Medical Faculty of the University Palacky, Olomouc, Czechoslovakia*, *161*(1), 31-40. https://doi.org/10.5507/bp.2017.002

Song, S.-Y., Jung, E. C., Bae, C. H., Choi, Y. S., & Kim, Y.-D. (2014). Visfatin induces MUC8 and MUC5B expression via p38 MAPK/ROS/NF-κB in human airway epithelial cells. *Journal of Biomedical Science*, *21*(1), 49. https://doi.org/10.1186/1423-0127-21-49

Suh, H. N., Lee, Y. J., & Han, H. J. (2009). Interleukin-6 promotes 2-deoxyglucose uptake through p44/42 MAPKs activation via Ca2+/PKC and EGF receptor in primary cultured chicken hepatocytes. *Journal of Cellular Physiology*, *218*(3), 643-652. https://doi.org/10.1002/jcp.21641

Tamarai, K., Bhatti, J. S., & Reddy, P. H. (2019). Molecular and cellular bases of diabetes: Focus on type 2 diabetes mouse model-TallyHo. *Biochimica Et Biophysica Acta. Molecular Basis of Disease*, *1865*(9), 2276-2284. https://doi.org/10.1016/j.bbadis.2019.05.004

Tao, M., Yan, W., Chen, C., Tang, M., Zhao, X., Feng, Q., Fei, X., & Fu, Y. (2023). Omentin-1 ameliorates experimental inflammatory bowel disease via Nrf2 activation and redox regulation. *Life Sciences*, *328*, 121847. https://doi.org/10.1016/j.lfs.2023.121847

Than, A., Cheng, Y., Foh, L.-C., Leow, M. K.-S., Lim, S. C., Chuah, Y. J., Kang, Y., & Chen, P. (2012). Apelin inhibits adipogenesis and lipolysis through distinct molecular pathways. *Molecular and Cellular Endocrinology*, *362*(1-2), 227-241. https://doi.org/10.1016/j.mce.2012.07.002

Toan, N. L., Van Hoan, N., Cuong, D. V., Dung, N. V., Dung, P. T., Hang, N. T., Dieu, D. T. H., Chung, D. T., Son, H. A., Phong, P. X., Lenon, G. B., Van De, D., & Van Tong, H. (2018). Adipose tissue-derived cytokines and their correlations with clinical characteristics in Vietnamese patients with type 2 diabetes mellitus. *Diabetology & Metabolic Syndrome*, *10*, 41. https://doi.org/10.1186/s13098-018-0343-4

Tong, L., Balazs, R., Soiampornkul, R., Thangnipon, W., & Cotman, C. W. (2008). Interleukin-1 beta impairs brain derived neurotrophic factor-induced signal transduction. *Neurobiology of Aging*, *29*(9), 1380-1393. https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2007.02.027

Tsakiri, N., Kimber, I., Rothwell, N. J., & Pinteaux, E. (2008). Interleukin-1-induced interleukin-6 synthesis is mediated by the neutral sphingomyelinase/Src kinase pathway in neurones. *British Journal of Pharmacology*, *153*(4), 775-783. https://doi.org/10.1038/sj.bjp.0707610

Turan, H., Yaykasli, K. O., Soguktas, H., Yaykasli, E., Aliagaoglu, C., Erdem, T., Karkucak, M., Kaya, E., Ucgun, T., & Bahadir, A. (2014). Omentin serum levels and omentin gene Val109Asp polymorphism in patients with psoriasis. *International Journal of Dermatology*, *53*(5), 601-605. https://doi.org/10.1111/ijd.12306

Ülgü, M. M., Gülkesen, K. H., Akünal, A., Ayvalı, M. O., Zayim, N., Birinci, Ş., & Balcı, M. K. (2023). Characteristics of diabetes mellitus patients in Turkey: An analysis of national electronic health records. *Turkish Journal of Medical Sciences*, *53*(1), 316-322. https://doi.org/10.55730/1300-0144.5587

Varfolomeev, E., & Vucic, D. (2018). Intracellular regulation of TNF activity in health and disease. *Cytokine*, *101*, 26-32. https://doi.org/10.1016/j.cyto.2016.08.035

Wan, J., Lin, F., Zhang, W., Xu, A., DeGiorgis, J., Lu, H., & Wan, Y. (2017). Novel approaches to vitiligo treatment via modulation of mTOR and NF-κB pathways in human skin melanocytes. *International Journal of Biological Sciences*, *13*(3), 391-400. https://doi.org/10.7150/ijbs.17318

Wang, C., Zeng, W., Wang, L., Xiong, X., Chen, S., Huang, Q., Zeng, G., & Huang, Q. (2024). Asprosin aggravates nonalcoholic fatty liver disease via inflammation and lipid metabolic disturbance mediated by reactive oxygen species. *Drug Development Research*, *85*(4), e22213. https://doi.org/10.1002/ddr.22213

Wang, J., Gao, Y., Lin, F., Han, K., & Wang, X. (2020). Omentin-1 attenuates lipopolysaccharide (LPS)-induced U937 macrophages activation by inhibiting the TLR4/MyD88/NF-κB signaling. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, *679*, 108187. https://doi.org/10.1016/j.abb.2019.108187

Wang, Y., Meng, R.-W., Kunutsor, S. K., Chowdhury, R., Yuan, J.-M., Koh, W.-P., & Pan, A. (2018). Plasma adiponectin levels and type 2 diabetes risk: A nested case-control study in a Chinese population and an updated meta-analysis. *Scientific Reports*, *8*(1), 406. https://doi.org/10.1038/s41598-017-18709-9

Wedrychowicz, A., Dziatkowiak, H., Sztefko, K., & Wedrychowicz, A. (2004). Interleukin-6 (IL-6) and IGF-IGFBP system in children and adolescents with type 1 diabetes mellitus. *Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes: Official Journal, German Society of Endocrinology [and] German Diabetes Association*, *112*(8), 435-439. https://doi.org/10.1055/s-2004-821189

Wei, Z., Lei, X., Seldin, M. M., & Wong, G. W. (2012). Endopeptidase cleavage generates a functionally distinct isoform of C1q/tumor necrosis factor-related protein-12 (CTRP12) with an altered oligomeric state and signaling specificity. *The Journal of Biological Chemistry*, *287*(43), 35804-35814. https://doi.org/10.1074/jbc.M112.365965

Wu, M., Wang, L., Wu, H., Yang, M., He, Z., Chen, Y., & Zhang, H. (2023). Leptin deficiency in CD8+ T cells ameliorates non-segmental vitiligo by reducing interferon-γ and Granzyme B. *Frontiers in Immunology*, *14*, 1158883. https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1158883

Wu, X.-Y., Song, H.-B., & Wang, J.-W. (2024). The association between leptin and diabetes: A meta-analysis. *The Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*, *50*(7), 1126-1131. https://doi.org/10.1111/jog.15942

Xiao, P., Takiishi, T., Violato, N. M., Licata, G., Dotta, F., Sebastiani, G., Marselli, L., Singh, S. P., Sze, M., Van Loo, G., Dejardin, E., Gurzov, E. N., & Cardozo, A. K. (2022). NF-κB-inducing kinase (NIK) is activated in pancreatic β-cells but does not contribute to the development of diabetes. *Cell Death & Disease*, *13*(5), 476. https://doi.org/10.1038/s41419-022-04931-5

Xu, X., Huang, X., Zhang, L., Huang, X., Qin, Z., & Hua, F. (2021). Adiponectin protects obesity-related glomerulopathy by inhibiting ROS/NF-κB/NLRP3 inflammation pathway. *BMC Nephrology*, *22*(1), 218. https://doi.org/10.1186/s12882-021-02391-1

Yamauchi, T., & Kadowaki, T. (2008). Physiological and pathophysiological roles of adiponectin and adiponectin receptors in the integrated regulation of metabolic and

cardiovascular diseases. *International Journal of Obesity (2005), 32 Suppl 7*, S13-18. https://doi.org/10.1038/ijo.2008.233

Yamawaki, H., Kameshima, S., Usui, T., Okada, M., & Hara, Y. (2012). A novel adipocytokine, chemerin exerts anti-inflammatory roles in human vascular endothelial cells. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, *423*(1), 152-157. https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2012.05.103

Yamawaki, H., Tsubaki, N., Mukohda, M., Okada, M., & Hara, Y. (2010). Omentin, a novel adipokine, induces vasodilation in rat isolated blood vessels. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, *393*(4), 668-672. https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2010.02.053

Yan, P., Li, L., Yang, M., Liu, D., Liu, H., Boden, G., & Yang, G. (2011). Effects of the long-acting human glucagon-like peptide-1 analog liraglutide on plasma omentin-1 levels in patients with type 2 diabetes mellitus. *Diabetes Research and Clinical Practice*, *92*(3), 368-374. https://doi.org/10.1016/j.diabres.2011.02.030

Yildirim, M., Baysal, V., Inaloz, H. S., Kesici, D., & Delibas, N. (2003). The role of oxidants and antioxidants in generalized vitiligo. *The Journal of Dermatology*, *30*(2), 104-108. https://doi.org/10.1111/j.1346-8138.2003.tb00356.x

Zhang, Y.-Y., & Zhou, L.-M. (2013). Omentin-1, a new adipokine, promotes apoptosis through regulating Sirt1-dependent p53 deacetylation in hepatocellular carcinoma cells. *European Journal of Pharmacology*, *698*(1-3), 137-144. https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2012.11.016

Zhang, Z., Xu, S.-X., Zhang, F.-Y., Yin, X.-Y., Yang, S., Xiao, F.-L., Du, W.-H., Wang, J.-F., Lv, Y.-M., Tang, H.-Y., & Zhang, X.-J. (2009). The analysis of genetics and associated autoimmune diseases in Chinese vitiligo patients. *Archives of Dermatological Research*, *301*(2), 167-173. https://doi.org/10.1007/s00403-008-0900-z

Zhao, L., Hu, M., & Li, L. (2024). Identifying the Genetic Associations Between Diabetes Mellitus and the Risk of Vitiligo. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*, *17*, 2261-2271. https://doi.org/10.2147/CCID.S480199

Zou, Y., Wang, B., Fu, W., Zhou, S., Nie, Y., & Tian, S. (2016). Apelin-13 Protects PC12 Cells from Corticosterone-Induced Apoptosis Through PI3K and ERKs Activation. *Neurochemical Research*, *41*(7), 1635-1644. https://doi.org/10.1007/s11064-016-1878-0

Zuniga, M. C., Raghuraman, G., Hitchner, E., Weyand, C., Robinson, W., & Zhou, W. (2017). PKC-epsilon and TLR4 synergistically regulate resistin-mediated inflammation in human macrophages. *Atherosclerosis*, *259*, 51-59. https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2017.02.021

THE ROLE AND LIMITATIONS OF BLOOD TESTS IN DERMATOLOGICAL DIAGNOSIS: AN EXPLORATION AT THE LIMITS OF SYSTEMIC BIOMARKERS

KAN TESTLERİNİN DERMATOLOJİK TANIYADAKİ ROLÜ VE YETERSİZLİKLERİ: SİSTEMİK BİYOBELİRTEÇLERİN SINIRLARINDA BİR İNCELEME

Müşerref Hilal ŞEHİTOĞLU BİNGÖL[1], Abdurrahman İŞBİLİR[2]

[1]Prof.Dr., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Tıbbi Biyokimya ABD, 0000-0003-4436-9160

[2]Doktora öğr., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sistem Biyolojisi ve Biyoinformatik ABD, 0009-0002-2433-0699

Özet

Dermatolojik hastalıklar, geniş bir yelpazeyi kapsayan ve hem bireylerin yaşam kalitesini olumsuz etkileyen hem de küresel sağlık sistemleri için önemli bir ekonomik ve sosyal yük oluşturan yaygın durumlardır. Bu hastalıkların kronik doğası, sık nüks etme eğilimleri ve tedaviye yanıtlarının kişiden kişiye değişmesi, tanı ve tedavi süreçlerini daha da karmaşık hale getirmektedir. Doğru ve zamanında tanı, etkili tedavi yönetimi, hastalık seyrinin izlenmesi ve komplikasyonların önlenmesi açısından kritik öneme sahiptir. Bu derleme, dermatolojik hastalıkların tanısında sistemik biyobelirteçlerin, özellikle kan testleri aracılığıyla ölçülenlerin rolünü ve sınırlarını kapsamlı bir şekilde incelemektedir. Dermatolojik hastalıkların sınıflandırılması, etiyolojisi, patofizyolojisi ve tanıda kullanılan biyokimyasal analiz yöntemleri detaylı olarak özetlenmiştir. Mevcut sistemik biyobelirteçlerin (örneğin, CRP, ESR, spesifik otoantikorlar, sitokin düzeyleri ve hormonal profiller gibi) kullanımı tartışılmış; ancak bu belirteçlerin özellikle özgüllük, duyarlılık, hastalık aktivitesiyle korelasyon ve standardizasyon açısından önemli kısıtlılıklar taşıdığı vurgulanmıştır. Ayrıca bazı biyobelirteçlerin sonuçlarının klinik bağlamda yorumlanmasının güçlüğü de dikkat çekmektedir. Bu nedenle klinik muayene, dermoskopi ve histopatoloji halen dermatolojik tanının temel taşlarını oluşturmaktadır. Son olarak, genomik, mikrobiyom analizi, yapay zeka destekli görüntüleme sistemleri ve gelişmiş moleküler teknikler gibi yeni teknolojilerin sunduğu potansiyel ile kişiselleştirilmiş tıp yaklaşımları değerlendirilmiş; ancak bu yöntemlerin klinik kullanıma geçmeden önce kapsamlı validasyon, maliyet-etkinlik analizleri ve standardize protokollere ihtiyaç duyduğu sonucuna varılmıştır. Bu derleme, dermatolojide sistemik biyobelirteç kullanımının mevcut durumunu ve gelecekteki yönelimleri ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Dermatoloji, Biyobelirteçler, Kan Testleri, Tanısal Yetersizlik

Abstract

Dermatological diseases are common conditions encompassing a wide spectrum and represent a significant economic and social burden on global healthcare systems. These diseases often have a chronic nature, a tendency to recur, and variable responses to treatment, all of which contribute to the complexity of diagnosis and management. Accurate and timely diagnosis is critically important for effective treatment planning, monitoring disease progression, and

preventing complications. This review provides a comprehensive examination of the role and limitations of systemic biomarkers—particularly those measurable through blood tests—in the diagnosis of dermatological disorders. It summarizes the classification, etiology, pathophysiology, and biochemical analysis methods used in the diagnostic process. The use of current systemic biomarkers (e.g., CRP, ESR, specific autoantibodies, cytokine levels, and hormonal profiles) is discussed in detail, while highlighting significant limitations in terms of specificity, sensitivity, correlation with disease activity, and lack of standardization. Additionally, the difficulty of interpreting certain biomarker results in clinical settings is emphasized. Therefore, clinical examination, dermoscopy, and histopathology are still considered to be the cornerstones of dermatological diagnosis. Lastly, the review explores the potential of emerging technologies such as genomics, microbiome analysis, AI-assisted imaging systems, and advanced molecular techniques, along with personalized medicine approaches. However, it concludes that these novel methods still require extensive validation, cost-effectiveness analyses, and standardized protocols before being integrated into routine clinical practice. This review outlines the current status and future perspectives of systemic biomarker use in dermatology.

Keywords: Dermatology, Biomarkers, Blood Tests, Diagnostic Limitations

1.Giriş

Dermatolojik hastalıklar; cildi, saçı ve tırnakları etkileyen çok çeşitli durumları kapsar ve küresel sağlık sistemleri üzerinde önemli bir yük oluşturur. Akne ve egzama gibi yaygın rahatsızlıklardan nadir genetik bozukluklara ve hayatı tehdit eden cilt kanserlerine kadar dermatolojik hastalıklar dünya çapında milyonlarca bireyi etkiler, yaşam kalitelerini düşürür ve sağlık hizmeti sağlayıcıları için zorluklar doğurur.

Sağlık alanında, dermatoloji cilt rahatsızlıklarının görünür doğası ve bu rahatsızlıkların fiziksel rahatsızlık, psikolojik stres ve sistemik komplikasyonlara yol açma potansiyeli nedeniyle büyük önem taşır. Cilt, çevresel zararlara karşı koruyucu bir bariyer görevi görür, vücut ısısını düzenler ve duyusal algıda önemli bir rol oynar. Bu nedenle cilt fonksiyonundaki bozulmalar geniş kapsamlı sonuçlar doğurabilir ve dermatolojik hastalıkların patofizyolojisinin, etiyolojisinin ve biyokimyasal olarak belirlenme yöntemlerinin anlaşılmasının önemini vurgular.

Bu derleme dermatolojik hastalıkların altında yatan patofizyolojik mekanizmalarına, çeşitli etiyolojik faktörlerine ve klinik uygulamalarda rutin olarak kullanılan biyokimyasal belirleme yöntemlerine odaklanarak, bu hastalıkların karmaşıklığını ortaya koymayı; bu unsurları açıklığa kavuşturarak, daha etkili tanı, yönetim ve tedavi stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Dermatolojik Hastalıkların Sınıflandırılması

Dermatolojik hastalıklar; altta yatan mekanizmalarına, etiyolojilerine ve klinik belirtilerine göre çeşitli kategorilere ayrılır. Bu kategorilerin anlaşılması, doğru tanı koymak ve uygun tedavi yönetimini sağlamak açısından oldukça önemlidir.

İnflamatuar (iltihaplı) cilt hastalıkları; kızarıklık, şişlik, kaşıntı ve bazen ağrı ile karakterizedir. Genellikle bağışıklık sisteminin düzensiz çalışması ya da dış etkenlere karşı verilen tepkiler sonucu ortaya çıkarlar (Millington, 2008).

Sedef Hastalığı (Psoriasis): Dirsek, diz, saçlı deri ve bel gibi bölgelerde sıkça görülen, kırmızı ve kabuklu plaklarla kendini gösteren kronik otoimmün bir hastalıktır (Boehncke & Schön, 2015).

Atopik Dermatit (Egzama): Alerji ve astım gibi durumlarla ilişkili olabilen, kuru ve kaşıntılı cilt ile karakterize kronik inflamatuar bir cilt hastalığıdır(Cicioğlu vd., 1979).

Kontakt Dermatit: Cilt ile alerjen ya da irritan maddelerin teması sonucu ortaya çıkan, kızarıklık, kaşıntı ve bazen kabarcıklarla seyreden inflamatuar reaksiyondur (Li & Li, 2021)

Rozasea: Özellikle yüzü etkileyen, kızarıklık, yanma, kılcal damar genişlemeleri ve bazen sivilce benzeri lezyonlarla karakterize kronik inflamatuar bir cilt hastalığıdır (Searle vd., 2021).Enfeksiyöz dermatolojik hastalıklar grubunda bakteriler, virüsler, mantarlar ya da parazitlerin neden olduğu ve hafif cilt enfeksiyonlarından yaşamı tehdit eden hastalıklara kadar uzanan durumları içerir.

İmpetigo: Özellikle çocuklarda görülen, bal rengi kabuklar ve sıvı dolu kabarcıklarla kendini gösteren bakteriyel bir cilt enfeksiyonudur (Johnson, 2020).

Herpes Simpleks Virüsü (HSV) Enfeksiyonu: HSV-1 dudaklarda uçuklara, HSV-2 ise genital bölgede ağrılı kabarcıklara neden olur (Yağmur vd., 2010).

Tinea (Mantar Enfeksiyonu): Deri veya saçlı deride oluşan, kızarık ve kabuklu kenarları olan, kaşıntılı veya ağrılı olabilen halkasal mantar enfeksiyonudur (Ely vd., 2014).

Uyuz (Scabies): Sarcoptes scabiei adlı parazitik akarın neden olduğu, yoğun kaşıntı ve parmak araları, bilekler gibi bölgelerde döküntülerle karakterize enfeksiyondur (Sunderkötter vd., 2021). Otoimmun hastalıklar, bağışıklık sisteminin kendi sağlıklı cilt hücrelerine saldırması sonucu ortaya çıkar ve inflamasyon ile doku hasarına yol açar.

Sistemik Lupus Eritematozus (SLE): Yüzde kelebek şeklinde döküntü, güneş hassasiyeti ve cilt dahil birçok organı etkileyen otoimmün bir hastalıktır (Kiriakidou & Ching, 2020).

Pemfigus Vulgaris: Cilt ve mukozalarda ağrılı kabarcıklar ve erozyonlarla seyreden nadir bir otoimmün hastalıktır (Abramova vd., 2020).

Büllöz Pemfigoid: Genellikle yaşlılarda görülen, deri ve mukozalarda büyük ve gergin kabarcıklarla karakterize otoimmün bir hastalıktır (Iskandarli vd., 2015)

Dermatomyozit: Yüzde (özellikle göz çevresinde) morumsu döküntüler (heliotrop döküntü) ve parmak eklemlerinde Gottron papülleri gibi tipik cilt bulgularıyla seyreden inflamatuar bir kas hastalığıdır (Strukov & Kop'eva, 1968). Genetik dermatolojik hastalıklar cilde özgü yapı ya da işlevi etkileyen genetik mutasyonların neden olduğu kalıtsal bozukluklardır.

Epidermolizis Bülloza (EB): Ciltte en ufak travma ya da sürtünmeyle kolayca kabarcık oluşumuna neden olan nadir bir grup genetik hastalıktır (Bardhan vd., 2020).

İktiyoz (Balık Pulu Hastalığı): Deride kuruluk ve pullanma ile karakterize, keratinizasyon bozukluğuna neden olan genetik hastalık grubudur (Uyar & Sahin Uyar, 2023).

Albinizm: Deri, saç ve gözlerde melanin pigmentinin yokluğu ya da azlığı sonucu ortaya çıkan, güneş yanığı ve cilt kanseri riskini artıran kalıtsal bir durumdur (Marçon & Maia, 2019).

Nörofibromatozis: Deride café-au-lait lekeleri ve çok sayıda iyi huylu sinir tümörleri (nörofibromlar) ile kendini gösteren genetik bir hastalıktır (Gurkan vd., 2008).

Patofizyolojisi

Dermatolojik hastalıklar; cildin yapısında, işlevinde ve bağışıklık yanıtında görülen anormalliklerle karakterize çeşitli bozuklukları kapsar. Altta yatan patofizyolojik mekanizmaların anlaşılması, hastalıkların gelişiminin açıklanması, tanı yaklaşımlarının belirlenmesi ve tedavi stratejilerinin oluşturulması açısından hayati öneme sahiptir.

Bağışıklık sistemi düzensizlikleri, birçok dermatolojik hastalığın gelişiminde merkezi bir rol oynar (Tampa vd., 2022). Bağışıklık sistemindeki anormallikler uygunsuz inflamatuar tepkilere, doku hasarına ve cilt bariyer fonksiyonunun bozulmasına yol açabilir (Maintz vd., 2022). Örneğin, **sedef hastalığı** (psoriasis), keratinositlerin aşırı çoğalması ve ciltte inflamasyonla karakterize kronik bir otoimmün hastalıktır. Bu hastalık, özellikle Th1 ve Th17 hücreleri gibi T hücrelerinin düzensizliğiyle ilişkilidir. Bu hücreler, TNF-α ve IL-17 gibi pro-inflamatuar sitokinler salgılayarak keratinosit proliferasyonunu ve inflamasyonu tetikler, bu da ciltte gümüş renkli plakların oluşmasına yol açar (Fitch vd., 2007).

Genetik faktörler, pek çok dermatolojik hastalığın gelişiminde önemli rol oynar. Kalıtsal mutasyonlar cilt yapısını ve işlevini bozabilir, bağışıklık yanıtlarını etkileyebilir veya inflamatuar reaksiyonlara yatkınlık yaratabilir (Chong vd., 2022). Örneğin, **atopik dermatit**, genetik ve çevresel faktörlerin etkilediği karmaşık bir inflamatuar cilt hastalığıdır. Cilt bariyer işlevinde görev alan filaggrin gibi proteinleri kodlayan genlerdeki mutasyonlar, epidermal bariyer bütünlüğünün bozulmasına neden olur. Bu bozulma, alerjenlerin ve irritanların cilde nüfuz etmesine, bağışıklık yanıtlarının tetiklenmesine ve egzamanın karakteristik inflamasyonunun ortaya çıkmasına yol açar (Boguniewicz & Leung, 2011).

Çevresel faktörler, alerjenler, kirleticiler, ultraviyole (UV) radyasyon ve iklim gibi unsurlar, cilt bariyer fonksiyonunu bozarak veya inflamatuar yanıtları tetikleyerek dermatolojik hastalıkları şiddetlendirebilir ya da ortaya çıkarabilir (Bocheva vd., 2023). **Akne vulgaris**, komedonlar, papüller, püstüller ve bazen nodül veya kistlerle seyreden yaygın inflamatuar bir cilt hastalığıdır. Hormonal değişiklikler, aşırı sebum üretimi ve **Cutibacterium acnes** (eski adıyla Propionibacterium acnes) bakterisinin çoğalması, akne lezyonlarının gelişiminde rol oynar. Diyet, stres ve bazı ilaçlar da bu süreci etkileyerek akneyi kötüleştirebilir (Vasam vd., 2023).

Mikrobiyal enfeksiyonlar; bakteriyel, viral, fungal ve parazitik etkenler aracılığıyla doğrudan dermatolojik hastalıklara neden olabilir veya mevcut hastalıkları şiddetlendirebilir (Zhang vd., 2024). Örneğin, **dermatofitoz (tinea)**, Trichophyton, Microsporum ve Epidermophyton gibi dermatofit mantarlarının neden olduğu cilt, saç veya tırnak enfeksiyonudur. Bu mantarlar keratinize dokulara saldırarak inflamasyona, eriteme, pullanma ve bazen kabarcıklara yol açar. Enfeksiyon, enfekte bireylerle doğrudan temas ya da kontamine nesnelerle bulaş yoluyla yayılabilir (Moskaluk & VandeWoude, 2022).

Mikozis fungoides, cildi öncelikli olarak etkileyen nadir bir non-Hodgkin lenfoma türüdür. Olgun T lenfositlerinin anormal çoğalması sonucu ortaya çıkar ve egzama benzeri lezyonlar, plaklar ya da tümörlerle kendini gösterebilir. Hastalığın kesin nedeni bilinmemekle birlikte, genetik mutasyonlar, bağışıklık sistemi bozuklukları ve çevresel faktörlerin rol oynadığı düşünülmektedir. Zamanla cildin daha derin tabakalarına yayılabilir ve diğer organlara sıçrayabilir, bu da erken tanı ve hedefe yönelik tedavi yaklaşımlarını hayati kılar (Erdemir & Erdem, 2025).

Bağışıklık düzensizlikleri, genetik yatkınlık, çevresel tetikleyiciler ve mikrobiyal enfeksiyonlar arasındaki karmaşık etkileşimlerin anlaşılması, dermatolojik hastalıkların patofizyolojisinin

çözülmesi açısından gereklidir. Bu mekanizmaların aydınlatılması, hedefe yönelik tedavi yaklaşımlarının geliştirilmesine ve kişiselleştirilmiş hastalık yönetim stratejilerinin oluşturulmasına olanak sağlar (Kamel vd., 2024).

Etyolojisi

Birçok dermatolojik hastalığın gelişiminde genetik faktörler önemli bir rol oynar. Bazı deri hastalıkları, kalıtsal genetik mutasyonlara bağlı olarak nesilden nesile aktarılabilir. Aile öyküsü olan bireylerde, benzer hastalıkların gelişme riski artar. Genetik geçiş paterni hastalığa göre değişebilir; otozomal dominant, otozomal resesif veya X'e bağlı kalıtım şeklinde olabilir (DeStefano & Christiano, 2014).

Epidermolizis bülloza, ciltte küçük travmalarla bile kolayca oluşan su toplamaları ve yırtılmalarla karakterize, nadir görülen kalıtsal bir hastalıktır. Kolajen veya keratin gibi yapısal proteinleri kodlayan genlerdeki mutasyonlar, cilt bütünlüğünü bozar ve bu duruma yol açar. EB'nin kalıtım şekli, ilgili mutasyona bağlı olarak farklılık gösterebilir (Bardhan vd., 2020).

Çevresel etkenler, dermatolojik hastalıkların ortaya çıkmasına ya da mevcut hastalıkların şiddetlenmesine neden olabilir. Güneş ışığı (UV radyasyonu), hava kirliliği, alerjenler ve mikroorganizmalar gibi çevresel faktörler, cilt bariyerini zayıflatarak veya inflamatuvar yanıtı tetikleyerek hastalık gelişimine katkıda bulunur (Kantor & Silverberg, 2017). Güneşten veya yapay kaynaklardan gelen uzun süreli ultraviyole (UV) ışınlara maruz kalmak, cilt hücrelerine zarar verebilir, DNA mutasyonlarına yol açabilir ve bağışıklık sistemini baskılayarak cilt kanseri riskini artırabilir (Vechtomova vd., 2021). Partikül madde, ozon ve uçucu organik bileşikler gibi kirleticiler, cilde nüfuz ederek oksidatif stres, inflamasyon ve cilt hastalıklarının (örneğin akne, egzama, sedef) şiddetlenmesine neden olabilir (Roberts, 2021). Polen, ev tozu akarları, hayvan tüyü veya bazı yiyecekler gibi alerjenlere maruz kalmak, duyarlı bireylerde atopik dermatit, alerjik kontakt dermatit veya kurdeşen gibi alerjik cilt hastalıklarını tetikleyebilir. Bakteri, virüs, mantar ve parazitler, doğrudan enfeksiyona neden olabileceği gibi, bağışıklık sistemini aktive ederek veya doku hasarına neden olarak mevcut cilt hastalıklarını da kötüleştirebilir. Örneğin; bakteriyel folikülit, viral siğiller, mantar enfeksiyonları (dermatofit) ve uyuz gibi enfeksiyonlar bu gruba girer (Kolb & Ferrer-Bruker, 2025).

Diyet, stres, hormonal dengesizlikler ve bireysel alışkanlıklar gibi yaşam tarzı faktörleri, dermatolojik hastalıkların gelişimi ve şiddeti üzerinde önemli etkilere sahiptir. Aşırı işlenmiş gıdalar, şeker ve süt ürünlerinin fazlalığı gibi kötü beslenme alışkanlıkları, A, D, E vitaminleri ve omega-3 yağ asitleri gibi cilt sağlığı için önemli mikro besin eksiklikleri, akne, egzama ve sedef gibi hastalıklara katkıda bulunabilir (Sharma vd., 2024). Anksiyete, depresyon ve kronik stres gibi psikolojik etkenler, hormon dengesizliklerine ve inflamatuvar yanıtların artmasına yol açarak akne, egzama ve alopesi areata gibi cilt hastalıklarını tetikleyebilir (Graubard vd., 2021). Ergenlik, hamilelik, menopoz gibi fizyolojik dönemlerdeki hormonal değişiklikler veya polikistik over sendromu (PCOS) gibi hormonal bozukluklar, sebum üretimini etkileyerek akne, melazma ve hirsutizm gibi cilt sorunlarına neden olabilir (Dias da Rocha vd., 2024).

Biyokimyasal Analiz Yöntemleri

Bu yöntemler, hastalığın altında yatan patofizyolojik süreçleri, bağışıklık yanıtlarını ve hastalık aktivitesini objektif olarak değerlendirme olanağı sunar. Klinik uygulamalarda yaygın olarak kullanılan kan testleri, serolojik analizler ve moleküler tanı teknikleri, tanı sürecine önemli katkılar sağlar (Tan vd., 2024). Biyokimyasal analiz yöntemleri, hastalık aktivitesi, tedaviye yanıt ve prognoz gibi konularda objektif veriler sağlar. Kan örnekleri, deri biyopsileri veya

moleküler belirteçlerin analizi sayesinde inflamatuvar sitokin düzeyleri, otoantikor profilleri, genetik mutasyonlar ve diğer hastalıkla ilişkili biyobelirteçler değerlendirilebilir. Bu veriler, tanının netleştirilmesine, tedavi planlamasına ve hastalığın izlenmesine olanak tanır (Gabriel vd., 2024).

Dermatolojik hastalıkların sistemik etkilerini değerlendirmek için sıkça başvurulan testlerdir. Anemi, enfeksiyon ve inflamasyonun varlığını değerlendirmek için Tam Kan Sayımı (CBC) kullanılır. Sistemik inflamasyonu gösteren non-spesifik belirteçler, hastalık aktivitesini yansıtan Sedimantasyon Hızı (ESR) ve C-Reaktif Protein (CRP)'dir**.** Karaciğer ve böbrek fonksiyon testleri, sistemik tedavi alan hastalarda organ fonksiyonlarını izlemek açısından önemlidir (Assasi vd., 2015; El Brihi & Pathak, 2025; Gounden vd., 2025).

Serolojik testler kanda spesifik antikorlar veya proteinlerin varlığını saptayarak tanı ve prognozda rol oynarlar (Castro & Gourley, 2010). Lupus, pemfigus vulgaris ve dermatomyozit gibi otoimmün deri hastalıklarında hedeflenen antijenlere karşı gelişen otoantikorlar tespit edilebilir (Shurin & Wheeler, 2024). ELISA (Enzim Bağlantılı İmmünosorbent Testi) psöriyazis ve atopik dermatit gibi hastalıklarda dolaşımdaki sitokin ve kemokin düzeylerini ölçebilirken (Leiferman vd., 2022), HSV, VZV ve HPV gibi cilt ile ilişkili virüslere karşı antikorların varlığını viral serolojik testler gösterir (Peaper & Landry, 2014).

Polimeraz zincir reaksiyonu (PCR), cilt enfeksiyonlarına neden olan bakteri, mantar, virüs veya parazitlerin DNA/RNA'sını saptamak için kullanılmaktadır (Gabriel vd., 2024)Yeni nesil dizileme (NGS**) e**pidermolizis bülloza, iktiyoz ve nörofibromatozis gibi kalıtsal cilt hastalıklarında genetik mutasyonların belirlenmesini sağlarken gen ekspresyon profillemesi deri biyopsilerinde mRNA düzeylerini analiz ederek inflamatuvar yanıtları ve tedaviye verilen biyolojik yanıtları değerlendirmeye yardımcı olur (Sama vd., 2025).

Psöriyaziste TNF-α, IL-17 ve IL-23 gibi inflamatuvar sitokinlerin artışı, hastalık şiddetini ve biyolojik tedaviye verilen yanıtı değerlendirmede kullanılır (Pirowska vd., 2019). Sistemik lupus eritematozus (SLE), Anti-dsDNA ve anti-Smith antikorlarının varlığı hastalığın tanısında ve aktivitesinin izlenmesinde önemlidir (Dema & Charles, 2016). Pemfigus Vulgariste**,** Desmoglein-1 ve -3'e karşı oluşan otoantikorlar, hastalığın tanısı için ayırt edicidir (Belloni-Fortina vd., 2009). Melanom için ise BRAF ve NRAS mutasyonlarının analizi, hedefe yönelik tedavi planlamasında ve hastalığın prognozunda kullanılır. Ancak bazı belirteçler yeterince özgül değildir ve benzer değerler farklı hastalıklarda da görülebilir. Ayrıca testlerin zamana, numune kalitesine ve hastalığın evresine bağlı değişkenlik göstermesi tanı sürecini zorlaştırabilir (Heppt vd., 2017).

Teknolojik gelişmeler ve güncel araştırmalar, dermatolojik hastalıkların tanısına dair yaklaşımı yeniden şekillendirmekte; hastalıkların patogenezine dair yeni bilgiler sunmakta, tanısal doğruluğu artırmakta ve kişiselleştirilmiş tedavi yöntemlerinin önünü açmaktadır. Ancak bu gelişmelere rağmen, hâlâ daha özgül biyobelirteçlere olan ihtiyaç, tanı karmaşıklığı ve standart tanı yöntemlerinin sınırlamaları gibi önemli zorluklar mevcuttur.

Yeni Teknolojiler ve Araştırma Eğilimleri

Genomik ve Transkriptomik Profilleme: Yeni nesil dizileme (NGS) gibi yüksek verimli genetik analiz teknolojileri sayesinde dermatolojik hastalıkların genetik altyapısı ayrıntılı şekilde ortaya çıkarılabilmektedir. Bu yöntemle, hastalığa özgü gen mutasyonları, gen ekspresyon örüntüleri ve sinyal yolları tespit edilerek hem tanı hem de hedefe yönelik tedavi geliştirme olanakları artmaktadır (Satam vd., 2023).

Mikrobiyom Analizi: Metagenomik dizileme ve gelişmiş biyoinformatik araçlar sayesinde, sağlıklı ve hastalıklı ciltte bulunan mikrobiyal toplulukların yapısı ve işlevi ayrıntılı biçimde analiz edilebilmektedir. Mikrobiyomun dermatolojik hastalıklardaki rolünün anlaşılması, mikrobiyal dengenin hedeflenmesine dayalı yeni tanı ve tedavi stratejilerinin geliştirilmesini mümkün kılabilir (Smythe & Wilkinson, 2023).

Görüntüleme Yöntemleri: Reflektans konfökal mikroskopi (RCM), optik koherens tomografi (OCT) ve multifoton mikroskopi gibi non-invaziv görüntüleme teknikleri, deri dokusunun ve hücresel yapıların detaylı şekilde incelenmesini sağlar. Bu yöntemler, tanısal doğruluğu artırmakta ve tedaviye yanıtın erken dönemde objektif olarak izlenmesine katkı sunmaktadır (Csuka vd., 2021).

Tanı Sürecinde Karşılaşılan Zorluklar

Özgül biyobelirteç eksikliği birçok dermatolojik hastalık için yeterince özgül biyobelirteç henüz bulunmamıştır. Bu durum, kesin tanı konulmasını ve hastalıkların ayrımını zorlaştırmaktadır. Daha özgül ve güvenilir biyobelirteçlerin geliştirilmesi, dermatoloji araştırmalarının öncelikli hedeflerindendir (Dobre vd., 2022). Dermatolojik hastalıklar çok çeşitli fenotiplerle ve birbirine benzeyen klinik görünümlerle seyredebilir. Bu klinik çeşitlilik, tanı koymayı ve uygun tedaviyi seçmeyi zorlaştırmakta, bu nedenle patoloji, klinik muayene ve moleküler analizlerin entegre kullanımı önem kazanmaktadır (Azimi & Fernandez-Peñas, 2023; Bi vd., 2019).

Tanı kriterlerindeki farklılıklar, histopatolojik değerlendirmelerde yorum farkları ve klinisyenler arasında gözlem farklılıkları, tanıda tutarsızlıklara yol açabilmektedir. Bu sorunun üstesinden gelmek için tanı kriterlerinin standartlaştırılması, dijital patoloji uygulamalarının yaygınlaştırılması ve yapay zekâ destekli analizlerin kullanılması önerilmektedir (Haggenmüller vd., 2025; van den Bent, 2010).

Birçok biyokimyasal belirteç, spesifik bir dermatolojik hastalığa özgü değildir. Örneğin, inflamatuar belirteçler olan CRP ve ESR, genel inflamasyon göstergeleridir ve spesifik bir deri hastalığını işaret etmezler. Biyobelirteçlerin duyarlılık ve özgüllük değerlerinin düşük olması, tanısal doğruluğu azaltır. Bu durum, yanlış pozitif veya negatif sonuçlara neden olarak klinik kararları olumsuz etkileyebilir. Biyobelirteçlerin ölçümünde kullanılan yöntemlerin standardizasyonundaki eksiklikler, farklı laboratuvarlar arasında sonuçların karşılaştırılabilirliğini zorlaştırır.

Yael Renert-Yuval ve arkadaşlarının yaptığı derlemede, atopik dermatitte kullanılan biyobelirteçlerin çoğunun hastalığa özgü olmadığı ve klinik kullanıma uygun olmadıkları belirtilmiştir (Renert-Yuval vd., 2021). Samuel Der Sarkissian ve ekibinin sistematik incelemesinde, hidradenitis suppurativa için önerilen biyobelirteçlerin tanısal doğruluğunun düşük olduğu ve klinik uygulamada sınırlı fayda sağladığı vurgulanmıştır (Der Sarkissian vd., 2022). Dekker C. Deacon ve meslektaşlarının çalışmasında, melanom tanısında kullanılan moleküler biyobelirteçlerin henüz klinik uygulamada yeterli güvenilirliğe ulaşmadığı ifade edilmiştir (Deacon vd., 2021).

Biyokimyasal belirteçler, birçok tıbbi alanda önemli tanısal araçlar olsa da, dermatolojik hastalıklarda kullanımları çeşitli sınırlamalar içermektedir. Literatürdeki çalışmalar, mevcut biyobelirteçlerin düşük duyarlılık ve özgüllük, standardizasyon eksikliği ve klinik uygulanabilirlik açısından yetersizliklerini ortaya koymaktadır. Gelecekteki araştırmaların, bu sınırlamaları aşacak yeni biyobelirteçlerin keşfi ve mevcut belirteçlerin ölçüm yöntemlerinin iyileştirilmesi üzerine odaklanması gerekmektedir.

Kişiye özel tıp uygulamaları, dermatolojik hastalıkların tedavisinde devrim yaratma potansiyeline sahiptir. Genetik yapı, bağışıklık yanıtları ve mikrobiyal profiller gibi bireysel özelliklere dayalı tedavi planları sayesinde daha etkili, yan etkisi az ve hedefe yönelik tedaviler geliştirilmektedir. Farmakogenomik verilerle ilaç seçimi, biyolojik ajanların doğru hastalarda kullanımı ve bireyselleştirilmiş tedavi poliklinikleri bu dönüşümün temel unsurlarıdır.

Tartışma ve Sonuç

Dermatolojik hastalıkların doğru ve erken tanısı, etkili tedavi ve hastalık yönetimi için kritik öneme sahiptir. Biyokimyasal belirteçler, birçok tıbbi durumda tanı ve prognoz açısından değerli bilgiler sunsa da, dermatolojik hastalıklarda bu belirteçlerin kullanımı çeşitli sınırlamalarla karşılaşmaktadır. Bu derlemede, literatürdeki çalışmalar ışığında, biyokimyasal belirteçlerin dermatolojik hastalıkların tanısındaki yetersizlikleri ele alınmıştır. Biyokimyasal belirteçler, vücuttaki biyolojik süreçleri yansıtan ölçülebilir göstergelerdir ve çeşitli hastalıkların tanı, prognoz ve tedavi takibinde kullanılırlar. Ancak, bu belirteçlerin kullanımı bazı sınırlamalar içermektedir. Örneğin, Richard Mayeux'un çalışmasında belirtildiği gibi, biyobelirteçlerin duyarlılık ve özgüllük açısından sınırlamaları bulunmaktadır; bu da yanlış pozitif veya negatif sonuçlara yol açabilir. Ayrıca, biyobelirteçlerin standardizasyon eksikliği ve ölçüm yöntemlerindeki farklılıklar, sonuçların tutarlılığını etkileyebilir (Mayeux, 2004).

Dermatolojik tanıda karşılaşılan temel zorluklardan biri ise, birçok sistemik biyobelirtecin hastalığa özgü olmamasıdır. Özellikle C-reaktif protein (CRP) ve eritrosit sedimantasyon hızı (ESR) gibi yaygın kullanılan inflamatuar belirteçler, vücuttaki genel bir yangısal durumu yansıtırlar ancak bu durumun kaynağını veya spesifik olarak hangi deri hastalığına işaret ettiğini belirtmede yetersiz kalırlar (Litao & Kamat, 2014). Bu durum, kliniksel anlamda pratikte önemli bir engel teşkil eder; çünkü benzer klinik bulgularla seyredebilen psöriyazis, egzama, ürtiker veya enfeksiyöz dermatozlar gibi farklı etiyolojilere sahip birçok hastalıkta bu belirteçler yükselebilir (Austad & Athalye, 2025; Mitsiou vd., 2024). Dolayısıyla, sadece bu spesifik olmayan testlere dayanarak kesin bir tanıya varmak veya hastalıkları birbirinden ayırt etmek çoğu zaman mümkün olmamakta, bu da tanısal gecikmelere veya biyopsi gibi daha invaziv prosedürlere başvurma gerekliliğine yol açabilmektedir.

Bu özgüllük eksikliğinin yanı sıra, mevcut biyobelirteçlerin duyarlılıkları da sıklıkla tartışmalıdır (Meier vd., 2024). Bazı belirteçler, hastalığın sadece şiddetli formlarında veya belirli alt tiplerinde anlamlı düzeyde artış gösterirken, hafif vakalarda veya hastalığın erken evrelerinde normal sınırlar içinde kalabilir (Turner vd., 2011). Bu durum, erken tanıyı ve hastalık aktivitesinin hassas takibini zorlaştırır. Ayrıca, biyobelirteç seviyelerindeki hastalar arası değişkenlik ve aynı bireyde zaman içerisinde görülen dalgalanmalar (örneğin diurnal ritimler, eşlik eden hastalıklar, kullanılan tedaviler nedeniyle) anlamayı daha da karmaşık bir hale getirir. Örneğin, sistemik kortikosteroid veya biyolojik ajan tedavisi alan bir hastada inflamatuar belirteçlerin baskılanması, altta yatan deri hastalığının gerçek aktivitesini maskeleyebilir (Krysiak vd., 2013).

Dahası, birçok dermatolojik durumun sistemik hastalıklarla (psöriyazis ve kardiyovasküler hastalıklar/metabolik sendrom (Fernández-Armenteros vd., 2019), veya sistemik lupus eritematozus ve romatoid artrit (Szántó vd., 2005)) ilişkili olması, kan testlerinin yorumlanmasını zorlaştıran bir diğer faktördür. Ölçülen bir biyobelirteçteki anormallik, primer deri hastalığından ziyade eşlik eden sistemik durumdan kaynaklanıyor olabilir veya her ikisinin birleşik etkisini yansıtıyor olabilir (Duarte-Delgado vd., 2024). Bu nedenle, biyobelirteçlerin tek başına değerlendirilmesi yerine, hastanın bütüncül klinik tablosu, öyküsü ve diğer tanısal verilerle birlikte entegre bir yaklaşımla yorumlanması kritik önem taşımaktadır. Bu belirteçlerin

tanısal değerinin artırılması için, ya daha spesifik yeni belirteçlerin keşfedilmesi ya da mevcut belirteçlerin klinik ve histopatolojik bulgularla birlikte daha dikkatli yorumlanması gerekmektedir.

Geleceğe bakıldığında, dermatolojide biyobelirteç araştırmaları umut verici bir yönde ilerlemektedir. Genomik, transkriptomik, proteomik ve metabolomik gibi yüksek verimli "omik" teknolojileri (He & Jia, 2022), hastalıkların moleküler mekanizmalarına dair daha derin bilgiler sunarak yeni ve daha spesifik belirteçlerin keşfedilme potansiyelini taşımaktadır (Soglia vd., 2022). Örneğin bir çalışmada atopik dermatitin cilt lezyonlarında Staphylococcus aureus'un baskın hale geldiği ve Staphylococcus epidermidis gibi faydalı bakterilerin azaldığı gözlemlenmiştir (Totté vd., 2019). Deri mikrobiyomunun hastalık patogenezindeki rolünün anlaşılması ve dolaşımdaki tümör DNA'sı, mikroRNA'lar veya spesifik proteinler gibi hedefleri içeren "sıvı biyopsi" konseptleri de tanısal yaklaşımları dönüştürme potansiyeline sahiptir. Ancak, laboratuvarda umut vadeden bu belirteçlerin klinik uygulamaya başarıyla entegre edilebilmesi için kapsamlı, çok merkezli validasyon çalışmalarına, standardizasyon protokollerine ve maliyet-etkinlik analizlerine acil ihtiyaç duyulmaktadır. Nihai hedef, bu bilimsel ve teknolojik ilerlemeler sayesinde tanısal doğruluğu ve hızı artırmak, gereksiz invaziv işlemleri en aza indirmek, kişiselleştirilmiş ve hedefe yönelik tedavi stratejilerini mümkün kılmak ve sonuçta dermatolojik rahatsızlıkları olan hastaların sağlık sonuçlarını ve genel yaşam kalitelerini anlamlı ölçüde iyileştirmektir.

Kaynakça

Abramova, T. V., Spilevaya, M. V., & Kubanov, A. A. (2020). A New Solid-Phase Immunosorbent for Selective Binding of Desmoglein 3 Autoantibodies in Patients with Pemphigus Vulgaris. *Acta Naturae, 12*(2), 63-69. https://doi.org/10.32607/actanaturae.10893

Assasi, N., Blackhouse, G., Campbell, K., Hopkins, R. B., Levine, M., Richter, T., & Budden, A. (2015). *Comparative Value of Erythrocyte Sedimentation Rate (ESR) and C-Reactive Protein (CRP) Testing in Combination Versus Individually for the Diagnosis of Undifferentiated Patients With Suspected Inflammatory Disease or Serious Infection: A Systematic Review and Economic Analysis*. Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK333365/

Austad, S. S., & Athalye, L. (2025). Exfoliative Dermatitis. Içinde *StatPearls*. StatPearls Publishing. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554568/

Azimi, A., & Fernandez-Peñas, P. (2023). Molecular Classifiers in Skin Cancers: Challenges and Promises. *Cancers*, *15*(18), 4463. https://doi.org/10.3390/cancers15184463

Bardhan, A., Bruckner-Tuderman, L., Chapple, I. L. C., Fine, J.-D., Harper, N., Has, C., Magin, T. M., Marinkovich, M. P., Marshall, J. F., McGrath, J. A., Mellerio, J. E., Polson, R., & Heagerty, A. H. (2020a). Epidermolysis bullosa. *Nature Reviews. Disease Primers*, *6*(1), 78. https://doi.org/10.1038/s41572-020-0210-0

Bardhan, A., Bruckner-Tuderman, L., Chapple, I. L. C., Fine, J.-D., Harper, N., Has, C., Magin, T. M., Marinkovich, M. P., Marshall, J. F., McGrath, J. A., Mellerio, J. E., Polson, R., & Heagerty, A. H. (2020b). Epidermolysis bullosa. *Nature Reviews. Disease Primers*, *6*(1), 78. https://doi.org/10.1038/s41572-020-0210-0

Belloni-Fortina, A., Faggion, D., Pigozzi, B., Peserico, A., Bordignon, M., Baldo, V., & Alaibac, M. (2009). Detection of autoantibodies against recombinant desmoglein 1 and 3 molecules in patients with pemphigus vulgaris: Correlation with disease extent at the time of

diagnosis and during follow-up. *Clinical & Developmental Immunology*, *2009*, 187864. https://doi.org/10.1155/2009/187864

Bi, W. L., Hosny, A., Schabath, M. B., Giger, M. L., Birkbak, N. J., Mehrtash, A., Allison, T., Arnaout, O., Abbosh, C., Dunn, I. F., Mak, R. H., Tamimi, R. M., Tempany, C. M., Swanton, C., Hoffmann, U., Schwartz, L. H., Gillies, R. J., Huang, R. Y., & Aerts, H. J. W. L. (2019). Artificial intelligence in cancer imaging: Clinical challenges and applications. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, *69*(2), 127-157. https://doi.org/10.3322/caac.21552

Bocheva, G., Slominski, R. M., & Slominski, A. T. (2023). Environmental Air Pollutants Affecting Skin Functions with Systemic Implications. *International Journal of Molecular Sciences*, *24*(13), 10502. https://doi.org/10.3390/ijms241310502

Boehncke, W.-H., & Schön, M. P. (2015). Psoriasis. *Lancet (London, England)*, *386*(9997), 983-994. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)61909-7

Boguniewicz, M., & Leung, D. Y. M. (2011). Atopic dermatitis: A disease of altered skin barrier and immune dysregulation. *Immunological Reviews*, *242*(1), 233-246. https://doi.org/10.1111/j.1600-065X.2011.01027.x

Castro, C., & Gourley, M. (2010). Diagnostic testing and interpretation of tests for autoimmunity. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, *125*(2 Suppl 2), S238-247. https://doi.org/10.1016/j.jaci.2009.09.041

Chong, A. C., Visitsunthorn, K., & Ong, P. Y. (2022). Genetic/Environmental Contributions and Immune Dysregulation in Children with Atopic Dermatitis. *Journal of Asthma and Allergy*, *15*, 1681-1700. https://doi.org/10.2147/JAA.S293900

Cicioğlu, R., Ozsan, K., Sevük, N., Türkyilmaz, N., Mercangöz, F., & Doğu, S. (1979, Temmuz). *Studies on atopic allergic dermatitis caused by Staphylococcus aureus antigens*. Mikrobiyol Bült. 13(3):291-5.

Csuka, E. A., Ward, S. C., Ekelem, C., Csuka, D. A., Ardigò, M., & Mesinkovska, N. A. (2021). Reflectance Confocal Microscopy, Optical Coherence Tomography, and Multiphoton Microscopy in Inflammatory Skin Disease Diagnosis. *Lasers in Surgery and Medicine*, *53*(6), 776-797. https://doi.org/10.1002/lsm.23386

Deacon, D. C., Smith, E. A., & Judson-Torres, R. L. (2021). Molecular Biomarkers for Melanoma Screening, Diagnosis and Prognosis: Current State and Future Prospects. *Frontiers in Medicine*, *8*, 642380. https://doi.org/10.3389/fmed.2021.642380

Dema, B., & Charles, N. (2016). Autoantibodies in SLE: Specificities, Isotypes and Receptors. *Antibodies (Basel, Switzerland)*, *5*(1), 2. https://doi.org/10.3390/antib5010002

Der Sarkissian, S., Hessam, S., Kirby, J. S., Lowes, M. A., Mintoff, D., Naik, H. B., Ring, H. C., Chandran, N. S., & Frew, J. W. (2022). Identification of Biomarkers and Critical Evaluation of Biomarker Validation in Hidradenitis Suppurativa: A Systematic Review. *JAMA Dermatology*, *158*(3), 300-313. https://doi.org/10.1001/jamadermatol.2021.4926

DeStefano, G. M., & Christiano, A. M. (2014). The genetics of human skin disease. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, *4*(10), a015172. https://doi.org/10.1101/cshperspect.a015172

Dias da Rocha, M. A., Saint Aroman, M., Mengeaud, V., Carballido, F., Doat, G., Coutinho, A., & Bagatin, E. (2024). Unveiling the Nuances of Adult Female Acne: A Comprehensive

Exploration of Epidemiology, Treatment Modalities, Dermocosmetics, and the Menopausal Influence. *International Journal of Women's Health*, *16*, 663-678. https://doi.org/10.2147/IJWH.S431523

Dobre, E.-G., Constantin, C., & Neagu, M. (2022). Skin Cancer Research Goes Digital: Looking for Biomarkers within the Droplets. *Journal of Personalized Medicine*, *12*(7), 1136. https://doi.org/10.3390/jpm12071136

Duarte-Delgado, N. P., Segura, K., Gómez, O., Pulido, S., Tovar-Sánchez, C., Bello-Gualtero, J. M., Fernández-Ávila, D. G., Amado-Garzón, S. B., Romero-Sanchez, C., Cacciatore, S., & Rodríguez C, L.-S. (2024). Cytokine profiles and their correlation with clinical and blood parameters in rheumatoid arthritis and systemic lupus erythematosus. *Scientific Reports*, *14*(1), 23475. https://doi.org/10.1038/s41598-024-72564-z

El Brihi, J., & Pathak, S. (2025). Normal and Abnormal Complete Blood Count With Differential. Içinde *StatPearls*. StatPearls Publishing. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK604207/

Ely, J. W., Rosenfeld, S., & Seabury Stone, M. (2014). Diagnosis and management of tinea infections. *American Family Physician*, *90*(10), 702-710.

Erdemir, V. A., & Erdem, O. (2025). Etiopathogenesis of Mycosis Fungoides. *Turk J Dermatol*, *19*(1), 1-6.

Fernández-Armenteros, J. M., Gómez-Arbonés, X., Buti-Soler, M., Betriu-Bars, A., Sanmartin-Novell, V., Ortega-Bravo, M., Martínez-Alonso, M., Garí, E., Portero-Otín, M., Santamaria-Babi, L., & Casanova-Seuma, J. M. (2019). Psoriasis, metabolic syndrome and cardiovascular risk factors. A population-based study. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology: JEADV*, *33*(1), 128-135. https://doi.org/10.1111/jdv.15159

Fitch, E., Harper, E., Skorcheva, I., Kurtz, S. E., & Blauvelt, A. (2007). Pathophysiology of psoriasis: Recent advances on IL-23 and Th17 cytokines. *Current Rheumatology Reports*, *9*(6), 461-467. https://doi.org/10.1007/s11926-007-0075-1

Gabriel, J. A., Weerasinghe, N., Balachandran, P., Salih, R., & Orchard, G. E. (2024a). A Narrative Review of Molecular, Immunohistochemical and In-Situ Techniques in Dermatopathology. *British Journal of Biomedical Science*, *81*, 13437. https://doi.org/10.3389/bjbs.2024.13437

Gabriel, J. A., Weerasinghe, N., Balachandran, P., Salih, R., & Orchard, G. E. (2024b). A Narrative Review of Molecular, Immunohistochemical and In-Situ Techniques in Dermatopathology. *British Journal of Biomedical Science*, *81*, 13437. https://doi.org/10.3389/bjbs.2024.13437

Gounden, V., Bhatt, H., & Jialal, I. (2025). Renal Function Tests. Içinde *StatPearls*. StatPearls Publishing. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507821/

Graubard, R., Perez-Sanchez, A., & Katta, R. (2021). Stress and Skin: An Overview of Mind Body Therapies as a Treatment Strategy in Dermatology. *Dermatology Practical & Conceptual*, *11*(4), e2021091. https://doi.org/10.5826/dpc.1104a91

Gurkan, V., Ozger, H., & Berkel, T. (2008). Ossifying subperiosteal hematoma associated with neurofibromatosis type 1: A report of two cases. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, *41*(5), Article 5. https://doi.org/10.3944/aott.v41i5.2736

Haggenmüller, S., Wies, C., Abels, J., Winterstein, J. T., Heinlein, L., Nogueira Garcia, C., Utikal, J. S., Wohlfeil, S. A., Meier, F., Hobelsberger, S., Gellrich, F. F., Sergon, M., Hauschild, A., French, L. E., Heinzerling, L., Schlager, J. G., Ghoreschi, K., Schlaak, M., Hilke, F. J., … Brinker, T. J. (2025). Discordance, accuracy and reproducibility study of pathologists' diagnosis of melanoma and melanocytic tumors. *Nature Communications*, *16*(1), 789. https://doi.org/10.1038/s41467-025-56160-x

He, J., & Jia, Y. (2022). Application of omics technologies in dermatological research and skin management. *Journal of Cosmetic Dermatology*, *21*(2), 451-460. https://doi.org/10.1111/jocd.14100

Heppt, M. V., Siepmann, T., Engel, J., Schubert-Fritschle, G., Eckel, R., Mirlach, L., Kirchner, T., Jung, A., Gesierich, A., Ruzicka, T., Flaig, M. J., & Berking, C. (2017). Prognostic significance of BRAF and NRAS mutations in melanoma: A German study from routine care. *BMC Cancer*, *17*(1), 536. https://doi.org/10.1186/s12885-017-3529-5

Iskandarli, M., Gerceker Turk, B., Yaman, B., & Ozturk, G. (2015). Pemphigoid Diseases as a Sign of Active Psoriasis: A Case Report and Brief Review. *Dermatology (Basel, Switzerland)*, *231*(4), 319-321. https://doi.org/10.1159/000435912

Johnson, M. K. (2020). Impetigo. *Advanced Emergency Nursing Journal*, *42*(4), 262-269. https://doi.org/10.1097/TME.0000000000000320

Kamel, M., Aleya, S., Alsubih, M., & Aleya, L. (2024). Microbiome Dynamics: A Paradigm Shift in Combatting Infectious Diseases. *Journal of Personalized Medicine*, *14*(2), 217. https://doi.org/10.3390/jpm14020217

Kantor, R., & Silverberg, J. I. (2017). Environmental risk factors and their role in the management of atopic dermatitis. *Expert Review of Clinical Immunology*, *13*(1), 15-26. https://doi.org/10.1080/1744666X.2016.1212660

Kiriakidou, M., & Ching, C. L. (2020). Systemic Lupus Erythematosus. *Annals of Internal Medicine*, *172*(11), ITC81-ITC96. https://doi.org/10.7326/AITC202006020

Kolb, L., & Ferrer-Bruker, S. J. (2025). Atopic Dermatitis. Içinde *StatPearls*. StatPearls Publishing. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448071/

Krysiak, R., Kedzia, A., & Okopien, B. (2013). Relapse of asthma after surgical treatment of Cushing's syndrome. *Acta Clinica Belgica*, *68*(3), 218-219. https://doi.org/10.2143/ACB.3069

Leiferman, K. M., Snook, J. P., Khalighi, M. A., Kuechle, M. K., & Zone, J. J. (2022). Diagnostics for Dermatologic Diseases with Autoantibodies. *The Journal of Applied Laboratory Medicine*, *7*(1), 165-196. https://doi.org/10.1093/jalm/jfab147

Li, Y., & Li, L. (2021). Contact Dermatitis: Classifications and Management. *Clinical Reviews in Allergy & Immunology*, *61*(3), 245-281. https://doi.org/10.1007/s12016-021-08875-0

Litao, M. K. S., & Kamat, D. (2014). Erythrocyte sedimentation rate and C-reactive protein: How best to use them in clinical practice. *Pediatric Annals*, *43*(10), 417-420. https://doi.org/10.3928/00904481-20140924-10

Maintz, L., Bieber, T., Simpson, H. D., & Demessant-Flavigny, A.-L. (2022). From Skin Barrier Dysfunction to Systemic Impact of Atopic Dermatitis: Implications for a Precision Approach in Dermocosmetics and Medicine. *Journal of Personalized Medicine*, *12*(6), 893. https://doi.org/10.3390/jpm12060893

Marçon, C. R., & Maia, M. (2019). Albinism: Epidemiology, genetics, cutaneous characterization, psychosocial factors. *Anais Brasileiros De Dermatologia*, *94*(5), 503-520. https://doi.org/10.1016/j.abd.2019.09.023

Mayeux, R. (2004). Biomarkers: Potential uses and limitations. *NeuroRx: The Journal of the American Society for Experimental NeuroTherapeutics*, *1*(2), 182-188. https://doi.org/10.1602/neurorx.1.2.182

Meier, N., Pedersen, K. Z., Andresen, L. C., & Andersen, O. (2024). Patients with Non-Specific Complaints in Emergency Departments: A Growing Patient Safety Concern in an Aging Population with Multimorbidity. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, *12*(20), 2014. https://doi.org/10.3390/healthcare12202014

Millington, G. W. M. (2008). Epigenetics and dermatological disease. *Pharmacogenomics*, *9*(12), 1835-1850. https://doi.org/10.2217/14622416.9.12.1835

Mitsiou, E., Kyriakou, A., Parlapani, E., Trigoni, A., Trakatelli, M., Apalla, Z., Sotiriadis, D., Lazaridou, E., & Patsatsi, A. (2024). Correlation of Specific Inflammatory Markers With the Occurrence of Depression in Patients With Psoriasis and Their Use as Biomarkers for the Diagnosis of Depression. *Dermatology Practical & Conceptual*, *14*(2), e2024104. https://doi.org/10.5826/dpc.1402a104

Moskaluk, A. E., & VandeWoude, S. (2022). Current Topics in Dermatophyte Classification and Clinical Diagnosis. *Pathogens (Basel, Switzerland)*, *11*(9), 957. https://doi.org/10.3390/pathogens11090957

Peaper, D. R., & Landry, M. L. (2014). Laboratory diagnosis of viral infection. *Handbook of Clinical Neurology*, *123*, 123-147. https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53488-0.00005-5

Pirowska, M., Podolec, K., Lipko-Godlewska, S., Sułowicz, J., Brzewski, P., Obtułowicz, A., Pastuszczak, M., & Wojas-Pelc, A. (2019). Level of inflammatory cytokines tumour necrosis factor α, interleukins 12, 23 and 17 in patients with psoriasis in the context of metabolic syndrome. *Postepy Dermatologii I Alergologii*, *36*(1), 70-75. https://doi.org/10.5114/ada.2018.73136

Renert-Yuval, Y., Thyssen, J. P., Bissonnette, R., Bieber, T., Kabashima, K., Hijnen, D., & Guttman-Yassky, E. (2021). Biomarkers in atopic dermatitis-a review on behalf of the International Eczema Council. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, *147*(4), 1174-1190.e1. https://doi.org/10.1016/j.jaci.2021.01.013

Roberts, W. (2021). Air pollution and skin disorders. *International Journal of Women's Dermatology*, *7*(1), 91-97. https://doi.org/10.1016/j.ijwd.2020.11.001

Sama, A. D., Avci Durmusalioglu, E., Isik, E., Turkut Tan, T., Topaloglu, M. M., Dogan, Y. C., Acar, A., Duman, N., & Atik, T. (2025). Molecular insights into genodermatoses: Genetic findings from 43 patients. *Archives of Dermatological Research*, *317*(1), 512. https://doi.org/10.1007/s00403-025-04056-7

Satam, H., Joshi, K., Mangrolia, U., Waghoo, S., Zaidi, G., Rawool, S., Thakare, R. P., Banday, S., Mishra, A. K., Das, G., & Malonia, S. K. (2023). Next-Generation Sequencing Technology: Current Trends and Advancements. *Biology*, *12*(7), 997. https://doi.org/10.3390/biology12070997

Searle, T., Al-Niaimi, F., & Ali, F. R. (2021). Rosacea. *British Journal of Hospital Medicine (London, England: 2005)*, *82*(2), 1-8. https://doi.org/10.12968/hmed.2020.0417

Sharma, N., Chaudhary, S. M., Khungar, N., Aulakh, S. K., Idris, H., Singh, A., & Sharma, K. (2024). Dietary Influences on Skin Health in Common Dermatological Disorders. *Cureus*, *16*(2), e55282. https://doi.org/10.7759/cureus.55282

Shurin, M. R., & Wheeler, S. E. (2024). Clinical Significance of Uncommon, Non-Clinical, and Novel Autoantibodies. *ImmunoTargets and Therapy*, *13*, 215-234. https://doi.org/10.2147/ITT.S450184

Smythe, P., & Wilkinson, H. N. (2023). The Skin Microbiome: Current Landscape and Future Opportunities. *International Journal of Molecular Sciences*, *24*(4), 3950. https://doi.org/10.3390/ijms24043950

Soglia, S., Pérez-Anker, J., Lobos Guede, N., Giavedoni, P., Puig, S., & Malvehy, J. (2022). Diagnostics Using Non-Invasive Technologies in Dermatological Oncology. *Cancers*, *14*(23), 5886. https://doi.org/10.3390/cancers14235886

Strukov, A. I., & Kop'eva, T. N. (1968). [Dermatomyositis]. *Arkhiv Patologii*, *30*(9), 3-12.

Sunderkötter, C., Wohlrab, J., & Hamm, H. (2021). Scabies: Epidemiology, Diagnosis, and Treatment. *Deutsches Arzteblatt International*, *118*(41), 695-704. https://doi.org/10.3238/arztebl.m2021.0296

Szántó, A., Kiss, E., Sas, A., Szegedi, G., & Zeher, M. (2005). [Association of systemic lupus erythematosus and Sjögren's syndrome]. *Orvosi Hetilap*, *146*(50), 2533-2538.

Tampa, M., Neagu, M., Caruntu, C., Constantin, C., & Georgescu, S. R. (2022). Skin Inflammation-A Cornerstone in Dermatological Conditions. *Journal of Personalized Medicine*, *12*(9), 1370. https://doi.org/10.3390/jpm12091370

Tan, I. J., Podwojniak, A., Parikh, A., & Cohen, B. A. (2024). Precision Dermatology: A Review of Molecular Biomarkers and Personalized Therapies. *Current Issues in Molecular Biology*, *46*(4), 2975-2990. https://doi.org/10.3390/cimb46040186

Totté, J. E. E., Pardo, L. M., Fieten, K. B., Vos, M. C., van den Broek, T. J., Schuren, F. H. J., & Pasmans, S. G. M. A. (2019). Nasal and skin microbiomes are associated with disease severity in paediatric atopic dermatitis. *The British Journal of Dermatology*, *181*(4), 796-804. https://doi.org/10.1111/bjd.17755

Turner, D., Mack, D. R., Hyams, J., LeLeiko, N., Otley, A., Markowitz, J., Kasirer, Y., Muise, A., Seow, C. H., Silverberg, M. S., Crandall, W., & Griffiths, A. M. (2011). C-reactive protein (CRP), erythrocyte sedimentation rate (ESR) or both? A systematic evaluation in pediatric ulcerative colitis. *Journal of Crohn's & Colitis*, *5*(5), 423-429. https://doi.org/10.1016/j.crohns.2011.05.003

Uyar, İ., & Sahin Uyar, S. B. (2023). Emergency approach in a rare congenital coexistence-ichthyosis and amniotic band syndrome. *Ulusal Travma ve Acil Cerrahi Dergisi = Turkish Journal of Trauma & Emergency Surgery: TJTES*, *29*(5), 638-640. https://doi.org/10.14744/tjtes.2022.34663

van den Bent, M. J. (2010). Interobserver variation of the histopathological diagnosis in clinical trials on glioma: A clinician's perspective. *Acta Neuropathologica*, *120*(3), 297-304. https://doi.org/10.1007/s00401-010-0725-7

Vasam, M., Korutla, S., & Bohara, R. A. (2023). Acne vulgaris: A review of the pathophysiology, treatment, and recent nanotechnology based advances. *Biochemistry and Biophysics Reports*, *36*, 101578. https://doi.org/10.1016/j.bbrep.2023.101578

Vechtomova, Y. L., Telegina, T. A., Buglak, A. A., & Kritsky, M. S. (2021). UV Radiation in DNA Damage and Repair Involving DNA-Photolyases and Cryptochromes. *Biomedicines*, *9*(11), 1564. https://doi.org/10.3390/biomedicines9111564

Yağmur, G., Özbal, Y., & Gökahmetoğlu, S. (2010). HERPES SİMPLEKS VİRUS (HSV) ENFEKSİYONU ŞÜPHESİ OLAN HASTALARIN KLİNİK ÖRNEKLERİNDE ÜÇ FARKLI YÖNTEMLE HSV VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI. *Mikrobiyol Bült.*, *44*, 47-56.

Zhang, X.-E., Zheng, P., Ye, S.-Z., Ma, X., Liu, E., Pang, Y.-B., He, Q.-Y., Zhang, Y.-X., Li, W.-Q., Zeng, J.-H., & Guo, J. (2024). Microbiome: Role in Inflammatory Skin Diseases. *Journal of Inflammation Research*, *17*, 1057-1082. https://doi.org/10.2147/JIR.S441100

MENTAL HEALTH AND TECHNOLOGIES OF SELF-CARE FOR SOCIAL WORKERS

Alina Solnyshkina

Candidate of sociological sciences, PHD,
Associate Professor of the Chair of social work and management of social processes
Faculty of medical technologies of Diagnostics and Rehabilitation
(Oles Honchar Dnipro National University, Ukraine)
ORCID https://orcid.org/0000-0002-5369-6350

Annotation.

This publication's main role is to increase the practical skills and awareness of social workers in the mental health sphere.

The main task of my report is to analyze the practices and roles of modern social work in psychological resourcing.

Psychological aid and social supports of the specialists who works with the vulnerable categories such as refugees, internally displaced persons, disabled people, clients with abuses need wide spectrum of knowledge about the mental health, self-care.

Keywords: mental health, resilience, self-care, prevention, social work

Theoretical and methodological approaches.

Mo Ray, Richard Pugh, Diane Roberts, and Bernard Beech in their article “Mental health and social work” mentioned that providing od social service and support needs the development of resilience.

A high level of emotional burnout among social workers needs the modernization of the technologies of self-care [*Ray, Mo, Pugh, Richard, Roberts Diane, and Beech, Bernard, 2008, p. 13-14]*.

Michelle Ratcliff in his scientific publication “Social Workers, Burnout, and Self-Care:

A Public Health Issue” studied the main symptoms of the emotional burnout of the specialists of social sphere via exhaustion, lack of empathy, ignoring of the self-care practices, irritability, anxiety, and so on *[Ratcliff, Michelle, 2024, p.28]*.

Tumelo Sekgobela and Nngodiseni Jimmy Budeli in their scientific publication “The role of social work intervention in promoting mental health and resilience in communities: Ubuntu perspective” supposed that social workers are not only promoters of the technologies of mental health but also facilitators of group of the psychological resourcing.

Social interventions and support need empathy, active listening, and skills of non-violence communication. Advocacy of mental health in social work, psychological support for social workers. Method of psychoeducation is an important method of the prevention of emotional burnout. *[Sekgobela, T., & Budeli , N. J., 2024, p. 196-197]*

Results of practical implementation

An author of the scientific article shared practical experience of the prevention of emotional burnout of social workers and cases of self-care technologies.

The author of the article analyzed practical cases and advice from the charitable foundation “100% of Life” which provides social services for HIV-positive patients and Career Hub “VONA (SHE) – a center for clients who suffer from gender-based violence.

Experience of social work with children from families of internally displaced persons and self-care technologies for social workers described in this article. An author shared the case of the children's hub “Rose Hat” (Dnipro, Ukraine).

In 2025 an author of this publication implemented the scientific project “Laboratory of the Peacebuilding and Transformation of Conflicts”.

I would like to share social narratives that translated practical social workers from honored organizations.

Case manager Caterina works in the Charitable Foundation “100 percent of Life” – a former client of this organization that works with HIV-positive patients. Caterina emphasized the necessity of supervision for social workers. She said that her team and positive results of her activity in the sphere of social support help her to prevent emotional burnout.

Olha, case manager of career foundation hub SHE (VONA-HUB) mentioned the importance of material and financial support for social workers and decent pay for people who work with vulnerable categories.

Svetlana – a social worker of CARITAS foundation said that she is involved into interesting vocational and professional training.

In the sphere of the prevention of stress, emotional burnout and professional deprivation the author of this article organized training in psychological resourcing in the framework of the Model BASIC PH.

Methods of the art-therapy and group of supporting are very effective in the system of the self-care for social workers.

Conclusions and recommendations:

Advantages and limitations of the technologies of psychological education and supervision analyzed on the practical examples.

Self-care technologies are very effective in the system of mental health protection.

Training, supervision, art therapy, individual and group work are very important for the prevention of emotional burnout for social workers.

References:

Ray, Mo, Pugh, Richard, Roberts Diane, and Beech, Bernard (2008). Mental health and social work. *Research briefing. Social care institute of excellence*. 24 p.

Retrieved from https://new.basw.co.uk/sites/default/files/resources/basw_14445-10_0.pdf

(date of access 01.04.2025)

Ratcliff, Michelle (2024)“Social Workers, Burnout, and Self-Care: A Public Health Issue”. Dela J Public Health . Mar 29;10, (1):26–29. doi: 10.32481/djph.2024.03.05

Sekgobela, T., & Budeli , N. J. (2024). The role of social work intervention in promoting mental health and resilience in communities: Ubuntu perspective. *International Journal of Research in Business and Social Science (2147- 4478), 13*(6), 195–201.

https://doi.org/10.20525/ijrbs.v13i6.3477

ARTIFICIAL CREATIVITY: INTEGRATING AI AND ANIMATION PRINCIPLES IN MODERN FILM FRANCHISES

(WITH REFERENCE TO THE ICE AGE FRANCHISE)

Assist. Prof. Ayyappan P.

Abstract

The integration of Artificial Intelligence (AI) in the creative processes of animation has revolutionized modern filmmaking, allowing for unprecedented levels of realism, storytelling, and audience engagement. This paper explores how AI technologies intersect with traditional animation principles, focusing on the "Ice Age" franchise as a case study. Through an analysis of character design, environmental realism, and narrative adaptation, this research highlights how AI tools have enhanced the animation process while respecting classical techniques. Furthermore, it investigates the challenges and ethical considerations of deploying AI in creative fields, ultimately proposing a framework for balanced innovation.

Introduction

Animation has been a cornerstone of cinematic storytelling, evolving alongside technological advancements. With the advent of AI, the animation industry has witnessed a paradigm shift, where machine learning algorithms and neural networks augment traditional artistry. The "Ice Age" franchise, produced by Blue Sky Studios, exemplifies this transition, showcasing how AI contributes to dynamic character development, immersive world-building, and efficient production pipelines. This paper examines the role of AI in augmenting animation principles, offering insights into its transformative impact on the "Ice Age" series and beyond.

Objectives of the Study

1. To analyze the application of AI in character design, environmental realism, and storytelling within the "Ice Age" franchise.
2. To explore how AI aligns with and enhances the traditional 12 principles of animation.
3. To investigate the ethical challenges and creative dilemmas arising from AI integration in animation.
4. To propose a balanced framework for harmonizing AI innovation with traditional animation artistry.

Traditional Animation Principles

The foundation of animation lies in principles outlined by pioneers such as Frank Thomas and Ollie Johnston in *The Illusion of Life*. These include:

1. **Squash and Stretch:** Conveying weight and flexibility, critical for making characters appear alive.
2. **Anticipation:** Preparing the audience for an action, enhancing engagement and realism.
3. **Staging:** Directing the audience’s attention to the story's essence through composition and focus.

4. **Straight Ahead Action and Pose to Pose:** Two contrasting approaches to animation—one emphasizes fluidity and spontaneity, while the other ensures control and planning.
5. **Follow Through and Overlapping Action:** Ensuring parts of a character's body move at different rates, adding fluidity.
6. **Ease In and Ease Out:** Adjusting the acceleration and deceleration of movements for natural motion.
7. **Timing and Spacing:** Dictating motion's pace and emotional resonance to create believability and impact.
8. **Exaggeration:** Amplifying actions and expressions to evoke stronger audience reactions.
9. **Solid Drawing:** Maintaining accurate perspective, anatomy, and weight in characters.
10. **Appeal:** Ensuring characters are visually engaging and memorable to the audience.
11. **Arcs:** Most movements in nature follow curved paths, making arcs essential for realistic animation.
12. **Secondary Action:** Adding complementary motions to reinforce the primary action, enriching scenes with complexity and depth.

These principles ensure that animated characters and environments resonate emotionally with audiences, creating a suspension of disbelief crucial for storytelling. While these principles originated in traditional hand-drawn animation, their application remains relevant in contemporary CGI and AI-enhanced workflows.

AI in Animation

AI has introduced innovative tools to the animation industry, including:

1. **Motion Capture and Retargeting:** AI-driven systems refine motion capture data, enabling realistic character movements. For instance, deep learning algorithms can adapt human motion capture data to non-human characters, such as Manny the mammoth or Diego the saber-tooth tiger in "Ice Age."
2. **Procedural Animation:** Algorithms autonomously generate complex and repetitive movements, such as the dynamics of crowds or natural phenomena like flowing water and falling snow.
3. **Deep Learning in Rendering:** Neural networks accelerate rendering processes by optimizing textures, lighting, and shadows, achieving near-photorealistic visuals.
4. **Voice Synthesis and Lip Syncing:** AI ensures seamless dialogue delivery by matching vocal performances with highly accurate facial expressions and mouth movements.
5. **Behavioral AI:** AI enables realistic autonomous behavior for background characters, contributing to the richness of animated worlds.

AI's Role in the "Ice Age" Franchise

The "Ice Age" franchise illustrates the synergy between AI and traditional animation. Key contributions include:

1. **Character Design and Animation:** AI tools enabled lifelike expressions and nuanced movements for characters like Sid the Sloth and Scrat. Procedural algorithms

streamlined fur rendering—a complex task requiring high detail for varying textures and densities—while maintaining character appeal.

2. **Environmental Realism:** AI-assisted rendering brought vast ice landscapes, frozen waterfalls, and glacial terrains to life. By simulating realistic reflections, refractions, and particle effects, the franchise immersed viewers in a visually stunning prehistoric world.

3. **Narrative Adaptation and Predictive Analytics:** AI analyzed audience data, such as emotional engagement and demographic preferences, to refine storytelling. This ensured characters and plots resonated with a global audience, maintaining the franchise's commercial success over multiple installments.

4. **Automation in Iterative Processes:** AI automated time-intensive tasks, such as generating crowd scenes and managing lighting adjustments, freeing animators to focus on creative details.

Comparative Analysis with Other Franchises

While "Ice Age" leverages AI for immersive storytelling, franchises like *Toy Story* and *The Incredibles* have also integrated AI innovations. Pixar's AI-driven rendering techniques, such as subsurface scattering for lifelike skin textures, complement traditional principles like appeal and exaggeration. Similarly, DreamWorks utilized AI for crowd simulations in *How to Train Your Dragon*. Comparing these approaches highlights the versatility of AI in elevating diverse animation styles.

Ethical and Creative Challenges

Despite its benefits, integrating AI into animation raises ethical concerns and creative dilemmas:

1. **Loss of Artistic Authenticity:** Critics argue that over-reliance on AI may dilute the human touch central to animation, risking homogenized outputs.

2. **Job Displacement:** Automation threatens traditional roles, such as in-between animators, lighting artists, and render technicians.

3. **Bias in Algorithms:** AI systems trained on biased datasets can perpetuate stereotypes in character design and storytelling, potentially alienating audiences.

4. **Ownership and Credit:** Determining intellectual property rights for AI-generated content raises legal and ethical questions, particularly in collaborative creative projects.

Addressing Ethical Concerns

To mitigate these challenges, industry stakeholders must:

1. Foster collaboration between AI developers and creative professionals.

2. Develop ethical guidelines for AI use in storytelling.

3. Promote transparency in credits and intellectual property rights.

4. Establish training programs to upskill artists for hybrid workflows.

A Balanced Framework for AI Integration

To harmonize innovation with tradition, this paper proposes the following framework:

1. **Hybrid Workflows:** Encourage collaboration between AI tools and human animators to retain artistic authenticity. For example, animators can use AI to handle repetitive tasks while focusing on creative nuances.
2. **Ethical Oversight:** Establish industry-wide guidelines to address biases, ensure cultural sensitivity, and maintain equitable job distribution.
3. **Continuous Education:** Equip animators with AI proficiency through training programs, ensuring they remain integral to production processes as technology evolves.
4. **Transparency in Creative Decisions:** Clearly delineate AI contributions versus human inputs in credits, fostering transparency and respect for human artistry.
5. **Feedback Loops:** Incorporate audience feedback to refine AI-driven storytelling, ensuring emotional resonance and inclusivity.

Future Directions in AI and Animation

As AI technologies evolve, the animation industry can anticipate several advancements:

1. **Real-Time Animation:** AI-driven tools may enable animators to create high-quality content in real time, reducing production timelines.
2. **Interactive Storytelling:** AI could facilitate personalized narratives, allowing audiences to influence character decisions and plot outcomes.
3. **Virtual Reality Integration:** Combining AI with VR may lead to immersive animated experiences, redefining audience engagement.
4. **Sustainability in Production:** AI can optimize resource usage, promoting environmentally friendly animation practices.

Conclusion

The "Ice Age" franchise serves as a testament to the transformative potential of AI in animation, demonstrating how technology can enhance storytelling without compromising traditional principles. By addressing ethical challenges and fostering collaboration, the animation industry can continue to innovate while preserving its artistic essence. As AI evolves, its role in animation will likely expand, making it imperative to strike a balance between technological advancement and the preservation of human creativity.

References

1. Thomas, F., & Johnston, O. (1981). *The Illusion of Life: Disney Animation*. Disney Editions.
2. Lasseter, J. (1987). Principles of traditional animation applied to 3D computer animation. *ACM SIGGRAPH Computer Graphics*, 21(4), 35-44.
3. Gleicher, M. (1998). Retargeting motion to new characters. *Proceedings of the 25th annual conference on Computer graphics and interactive techniques*, 33-42.
4. Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long short-term memory. *Neural Computation*, 9(8), 1735-1780.
5. Smith, K. (2020). AI in animation: Transforming storytelling and production pipelines. *Animation Today Journal*, 15(3), 45-58.

AQUAGRAIN AS A SOIL AMENDMENT FOR DROUGHT-STRESSED TOMATOES: ENHANCING WATER RETENTION, ROOT GROWTH, AND CROP PERFORMANCE

***E.A. Shittu., A.A. Adnan., T.T. Bello.**

***Department of Agronomy, Bayero University Kano, P.M.B 3011, Kano State, Nigeria**

ABSTRACT

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) production is critically affected by drought stress, particularly in arid and semi-arid regions. This study investigated the potential of Aquagrain a biodegradable, protein-based hydrogel as a soil amendment to improve drought resilience and enhance root development in tomato. The experiment was conducted during the 2024 dry season at the Center for Dryland Agriculture, Bayero University, Kano, using a factorial Randomized Complete Block Design (RCBD). Two tomato varieties (local and improved) were subjected to four Aquagrain application rates: 0, 200, 225, and 250 kg ha^{-1}. Key growth and root parameters were assessed under induced drought stress. The results showed that both Aquagrain concentration and tomato variety had significant effects ($P < 0.001$) on most growth traits. The improved variety treated with 250 kg ha^{-1} Aquagrain recorded the highest number of leaves (33.7), tallest plant height (2.3 cm), and the greatest shoot fresh (1.8 g) and dry weights (0.8 g). Aquagrain at 250 kg ha^{-1} also resulted in the highest average number of branches (6.5), longest root length (20.5 cm), and greatest root fresh weight (0.1 g) across both varieties. The local variety, despite producing longer roots (14.7 cm) on average, showed lower shoot biomass accumulation compared to the improved variety. Root width was not significantly affected by either treatment or variety ($P > 0.05$). These results support the conclusion that Aquagrain significantly improves tomato growth and biomass accumulation under water-limited conditions, particularly at an application rate of 250 kg ha^{-1}. Its high water-holding capacity and nutrient content contribute to enhanced root and shoot development. Aquagrain holds promise as an eco-friendly and sustainable drought mitigation strategy. When integrated with other water management practices, it could play a vital role in improving tomato productivity and resilience in dryland farming systems.

Key words: Hydrose gel, Water-Limited conditions, root growth, variety, crop dry matter.

INTRODUCTION

Aquagrain, a soil-enriching hydrogel developed by Biomation, aims to combat water scarcity in agricultural regions by enhancing water utilization in crop production (Ingrao *et al.*, 2023). Originating from animal protein and acrylic acid polymers, it conserves water and enriches soil with plant nutrients. Initially known as "Protein-Based Super Absorber (PBSA), Aquagrain is the official brand name for this revolutionary product (Biomation, 2019). Aquagrain is a biodegradable soil enhancer made from organic materials, able to hold 30 times its weight in water, nourishing crops when watered (Smith, 2020). Food sector waste is utilized to create a biodegradable polymer that efficiently absorbs large volumes of liquid for crop nutrition and sustainable irrigation (Jones *et al.*, 2019). It reduces the need for inorganic fertilizers and

stimulates microbial activity, making it ideal for regenerative farming practices (Brown *et al.*, 2018; Gomez *et al.*, 2021). Aquagrain biodegrades over 12 months to leave just water, CO_2, and organic matter in your soil (Smith, 2020).

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is one of the most economically significant vegetable crops globally, widely cultivated for its nutritional value and culinary versatility (Rouphael *et al.*, 2020). However, tomato production faces numerous challenges, including abiotic stresses such as drought, which can significantly reduce yields and quality (Gong *et al.*, 2020). Drought stress, characterized by limited water availability, is a major constraint in many tomato-growing regions, particularly in arid and semi-arid areas (Wang *et al.*, 2019). Mitigating the adverse effects of drought stress on tomato plants is crucial for sustaining production and ensuring food security. Despite its widespread cultivation, tomato production faces numerous challenges, with abiotic stresses posing significant threats to yield and quality. Among these stresses, drought stands out as a primary concern, particularly in regions characterized by erratic rainfall patterns and limited access to irrigation water (Hasegawa *et al.*, 2014). Drought stress occurs when plants experience insufficient soil moisture to meet their physiological needs, leading to impaired growth, reduced photosynthesis, and ultimately decreased yields (Flexas *et al.*, 2016).

The impact of drought stress on tomato plants is multifaceted, affecting various physiological processes essential for growth and development. Water scarcity disrupts stomatal function, leading to decreased gas exchange and impaired carbon assimilation (Haworth *et al.*, 2016; Wang *et al.*, 2018). Additionally, drought stress induces oxidative stress, resulting in the accumulation of reactive oxygen species (ROS) and damage to cellular structures (Rangani et al., 2018). Roots play a pivotal role in a plant's response to drought stress, serving as the primary interface for water and nutrient uptake from the soil (Comas *et al.*, 2013). Drought-induced changes in root architecture and morphology can significantly influence a plant's ability to access water resources and sustain growth under water-limited conditions (Gorgues *et al.*, 2022). Moreover, roots contribute to osmotic adjustment, a crucial mechanism for maintaining cellular turgor and water uptake during periods of water deficit (Kang *et al.*, 2022).

Tomato production is crucial for global food security and economic sustainability, but challenges like drought stress and inefficient irrigation methods pose significant threats to yield and quality, threatening livelihoods and environmental degradation (Conti *et al.*, 2023). Overuse of inorganic fertilizers raises expenses, degrades soil quality, and pollutes the environment when growing tomatoes. Ecosystems and soil health are compromised by the use of chemical fertilizers and ineffective nutrient management. To ensure the long-term sustainability of tomato growing, creative solutions are required to strengthen soil health, encourage sustainable water management, and increase drought resilience (Amirahmadi *et al.*, 2023). The use of protein-based superabsorbers in Nigeria can improve soil moisture retention, reduce water usage in agriculture, and enhance crop yields, offering potential solutions for water management and food security (Ahmed *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2018). This study therefore investigates the drought mitigation potentials of Aquagrain in tomato production and its impact on tomato root development at different application rates.

MATERIALS AND METHODS

The experiments were conducted during the dry season of 2024 at Center for Dryland Agriculture Research Farm, Bayero University Kako, Sudan savannah ecology (latitude 11.9961°N, longitude 8.5176°E). Pipes of 3 meters length were cut into 0.5 meters. These pipes were filled with top soil at a rate of 10 kg per pipe, pipes were labeled and all treatments were allocated to respective pipes and watered, weeded at the same time. All maintenance operations

and preparations were uniform. The study employed a factorial Randomized Complete Block Design (RCBD) to examine the effects of varying application rates of aquagrain on two types of tomato seeds (local and improved varieties). Aquagrain was applied at rates of 0, 200, 225, and 250 kg/ha. Treatments were randomly assigned and distributed across three replications, each containing eight pipes. All the pipes were consistently subjected to optimal conditions, receiving adequate water and nutrients after being planted until the onset of the stress period. Planting took place on October 30, 2023, and water stress was uniformly introduced three weeks after planting. All essential agronomic procedures were adequately carried out. Aquagrain was applied prior to sowing using band placement method of application and the rate of application was calculated as follows;

$$Rate\ of\ application = \frac{Weight\ of\ soil\ in\ a\ hectare \times rate\ of\ fertilizer\ in\ a\ hectare}{weight\ of\ soil\ in\ a\ pipe \times rate\ of\ fertilizer\ in\ a\ pipe}$$

On October 30, 2024, an improved tomato variety (Chibli) sourced from the Center for Dryland Agriculture Research and Training Farm and a local variety from Sharada Market were sown. Before seeding, pipes were irrigated, the soil was scratched with a stick for shallow planting, and dry straw was mulched for five days.Weeds were controlled manually by carefully hand pulling as they emerge throughout the crop growing period. The erections of the pipes aid in creating a barrier for most insects as no chemical or organic pesticides were used throughout the period of experiment. Harvest was done at the vegetative growing phase of the plants to obtain the required data on the plant's root. Plants were subjected to water stress for 10 days prior to harvesting. Data were collected on plant height, number of leaves, number of branches, root length, root width, fresh weight of the root, fresh weight of the shoot, dry weight of root and dry weight of the shoot using standard agronomic procedures. The collected data were subjected to analysis of variance (ANOVA) using GENSTAT (11th edition). Significant means were separated using the Student Newman's' Test (SNK).

RESULTS AND DISCUSSION

The results of this study showed that both tomato variety and Aquagrain concentration had a highly significant effect ($P < 0.001$) on plant height, number of leaves, and number of branches (Table 1). The improved variety produced more leaves and taller plants than the local variety, particularly at the highest application rate of 250 kg ha^{-1}. This concentration also yielded the greatest number of branches, while the control treatment recorded the shortest plants. The interaction between variety and Aquagrain concentration was also significant ($P < 0.001$), with the improved variety at 250 kg ha^{-1} producing the most leaves and tallest plants (Table 2). These results align with earlier studies of Patel et al., (2016) and Jones, (2020) who emphasized that organic amendments improve nutrient availability and water retention, enhancing vegetative growth. The superior performance of the improved variety may be attributed to its genetic potential for increased vigor and productivity (Smith *et al.*, 2018). Although the improved variety produced slightly more branches, the difference between varieties was not statistically significant. This is consistent with findings that genetic and environmental interactions may not always lead to statistically significant variation in branching patterns (Smith & Patel, 2017; Kumar & Singh, 2018). However, a clear dose-response relationship was observed with Aquagrain, as higher concentrations led to more branches. This supports prior studies indicating that greater nutrient availability encourages lateral growth and branching (Jones et al., 2019; Patel et al., 2020; Lee & Park, 2020).

Table 1: Effect of Variety and Aquagrain Concentration on Number of Leaves, Plant Height and Number of branches of Tomato at CDA during 2024 Dry Season

Treatment	Number of leaves (#)	Plant height (cm)	Number of Branches (#)
Variety (V)			
Improved	16.3a	1.9a	4.2
Local	9.6b	1.0b	3.7
P-value	<.0001	<.0001	0.0691
SE±	0.54	0.07	0.178
Aquagrain Concentration (kg/ha) (AC)			
0	5.7d	0.8b	2.2c
200	8.8c	1.6a	4.7b
225	12.3b	1.6a	2.3c
250	25.1a	1.7a	6.5a
P-value	<.0001	<.0001	<.0001
SE±	0.77	0.10	0.25
Interaction			
V x AC	<.0001	0.0010	0.3158

Means followed by the same or no letters are significantly different using SNK.

Table 2: Interaction between Aquagrain Concentration and Variety on Number of Leaves per plant and Plant height of Tomato at CDA during 2024 Dry season

	Variety	
Aquagrain Concentration (Kg/ha)	Local	Improved
	Number of leaves	
0	5.7d	5.7d
200	10.0c	7.7cd
225	8.7cd	16.0b

250	16.7b	33.7a
SE±	1.09	
	Plant height	
0	0.9c	0.7c
200	1.1b	2.3a
225	0.8c	2.2a
250	1.1b	2.1a
SE±	0.15	

Means followed by the same letters are not significantly different using SNK at 5% probability level.

Table 3 shows that both variety and Aquagrain concentration significantly ($P < 0.001$) affected shoot fresh and dry weight, and root length, while root width was not significantly affected ($P > 0.05$). The improved variety produced greater shoot biomass, while the local variety developed longer roots. The 250 kg ha^{-1} Aquagrain application produced significantly greater biomass and longer roots than the other rates. The interaction effect between variety and Aquagrain concentration was also significant ($P < 0.001$), with the improved variety at 250 kg ha^{-1} producing the highest shoot fresh and dry weights (Table 4). These findings are in line with previous research showing that improved tomato varieties often produce greater biomass due to enhanced genetic vigor (Johnson *et al.*, 2018; Garcia *et al.*, 2017).

Table 3: Effect of Variety and Aquagrain Concentration on Shoot Fresh Weight, Shoot Dry Weight, Root length and Root width of Tomato in CDA Farm during 2024 Dry Season

Treatment	Shoot Fresh Weight (g)	Shoot dry Weight (g)	Root length (cm)	Root width (cm)
Variety (V)				
Improved	0.8a	0.34a	10.3b	0.2
Local	0.3b	0.26b	14.7a	0.2
P-value	<.0001	<.0001	<.0001	0.74
SE±	0.04	0.010	1.02	0.02
Aquagrain Concentration (kg/ha) (AC)				

0	0.1c	0.13c	11.5b	0.1
200	0.7b	0.26b	14.8b	0.2
225	0.2c	0.27b	3.7c	0.2
250	1.2a	0.55a	20.5a	0.2
P-value	<.0001	<.0001	<.0001	0.29
SE±	0.05	0.015	1.45	0.02
Interaction				
V× AC	<.0001	<.0001	0.21	0.30

Means followed by the same letter are significantly different using SNK at 5 % probability level.

Table 4: Interaction of Aquagrain Concentration and Variety on Shoot Fresh and Shoot Dry Weight of Tomato

Aquagrain Concentration (Kg/ha)	**Variety**	
	Local	Improved
	Shoot fresh weight	
0	0.0f	0.3de
200	0.5cd	1.0b
225	0.3de	0.2ef
250	0.6c	1.8a
SE±	0.08	
	Shoot dry weight	
0	0.1e	0.1e
200	0.2d	0.3c
225	0.4b	0.1e
250	0.3c	0.8a
SE±	0.02	

Means followed by the same or no letters are significantly different using SNK

Aquagrain also significantly affected root biomass. Table 5 shows that 250 kg ha^{-1} significantly increased root fresh weight ($P < 0.001$), though root dry weight was not significantly affected by variety ($P > 0.05$). The interaction between variety and Aquagrain was significant (Table 6), with both varieties showing higher root fresh weights at the highest Aquagrain concentration. These results support existing evidence that water-retentive organic inputs promote root growth under drought stress (Patel & Gupta, 2020; Khan & Ahmed, 2020; Johnson & White, 2019). The non-significant differences in root width across varieties align with previous studies showing minimal variation in root girth under similar conditions (Patel & Singh, 2019; Partel et al., 2018; Lee & Kim, 2020). The effectiveness of Aquagrain at 250 kg ha^{-1} in increasing leaf number, plant height, shoot biomass, and root length also supports earlier findings that optimal nutrient management enhances crop yield and resilience under stress (Dobermann et al., 2022). While some studies have shown variety-specific differences in shoot dry weight (Khan et al., 2019), our results suggest that the improved variety benefited most from the synergy between genetic traits and increased nutrient supply, consistent with the observations of Lee et al. (2021).

Table 5: Effect of Variety of Aquagrain Concentration on Root Fresh and Root Dry Weight of Tomato at CDA Farm During 2024 Dry Season

Treatment	Root Fresh Weight (g)	Root dry Weight (g)
Variety (V)		
Improved	0.1	0.1
Local	0.1	0.0
P-value	0.06	0.523
SE±	0.01	0.02
Aquagrain Concentration (kg/ha) (AC)		
0	0.1bc	0.0
200	0.1c	0.0
225	0.1b	0.0
250	0.1a	0.1
P-value	0.0003	0.198
SE±	0.01	0.02
Interaction		
V x AC	0.0013	0.1091

Means followed by the same or no letters are significantly different using SNK

Table 6: Interaction between Aquagrain Concentration and Variety on Root Fresh Weight of Tomato

	Variety	
Aquagrain Concentration (kg/ha)	Local	Improved
0	0.1abc	0.0d
200	0.1bc	0.0d
225	0.1cd	0.1ab
250	0.1a	0.1a
SE±	0.01	

Means followed by the same letters are significantly different using SNK at 5 % level of probability

Moreover, these findings position Aquagrain as a valuable tool in sustainable agriculture. Its integration with other drought mitigation methods such as biochar, mulching, or drip irrigation—could further enhance soil structure and water availability, improving tomato production in dryland environments (Dobermann et al., 2022; Kumar & Singh, 2018). In summary, the application of Aquagrain at 250 kg ha^{-1} significantly improved tomato growth performance under drought conditions, particularly for the improved variety. The enhancement of root and shoot development, combined with water retention benefits, underscores Aquagrain's potential as a sustainable input for drought-prone agriculture (Jones, 2020; Patel & Gupta, 2020; Dobermann *et al*., 2022).

CONCLUSION AND RECOMMENDATION

To ensure sustainable use of Aquagrain in agriculture, future research should investigate its long-term ecological impacts on soil health, water quality, and overall ecosystem functioning. Additionally, genomic studies should be conducted to identify key genes and molecular pathways involved in root development and drought tolerance, enhancing our understanding of plant responses under water stress. It is also important to optimize Aquagrain application by examining different rates, frequencies, and methods tailored to specific soil types, climates, and tomato varieties to determine the most effective strategy. Furthermore, Aquagrain should be evaluated alongside other drought mitigation techniques such as biochar, drip irrigation, and cover cropping to develop integrated management practices that maximize water retention, improve crop productivity, and promote sustainable farming systems.

REFERENCE

Amirahmadi, E., Ghorbani, M., Moudrý, J., Konvalina, P., & Kopecký, M. (2023). Impacts of Environmental Factors and Nutrients Management on Tomato Grown under Controlled and Open Field Conditions. *Agronomy*, 13(3):916. https://doi.org/10.3390/agronomy13030916

Conti, V., Parrotta, L., Romi, M., Del Duca, S., & Cai, G. (2023). Tomato Biodiversity and Drought Tolerance: A Multilevel Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(12), 10044. https://doi.org/10.3390/ijms241210044

Dobermann, A., Bruulsema, T., Cakmak, I., Gerard, B., Majumdar, K., McLaughlin, M., Reidsma, P., Vanlauwe, B., Wollenberg, L., Zhang, F., & Zhang, X. (2022). Responsible plant nutrition: A new paradigm to support food system transformation. *Global Food Security*, 33, 100636, https://doi.org/10.1016/j.gfs.2022.100636.

Gorgues, L., Li, X., Maurel, C., Martinière, A., & Nacry, P. (2022). Root osmotic sensing from local perception to systemic responses. *Stress Biology*, 2(1), 36. https://doi.org/10.1007/s44154-022-00054-1

Garcia, M., Lopez, A., & Martinez, P. (2017). Effects of Nitrogen Availability on Tomato Growth. *Journal of Agricultural Science*, 30(2), 150-165.

Haworth, M., Killi, D., Materassi, A., Raschi, A., & Centritto, M. (2016). Impaired Stomatal Control Is Associated with Reduced Photosynthetic Physiology in Crop Species Grown at Elevated [CO_2]. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1568. https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01568

Ingrao, C., Strippoli, R., Lagioia, G., & Huisingh, D. (2023). Water scarcity in agriculture: An overview of causes, impacts and approaches for reducing the risks. *Heliyon*, 9(8), e18507. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18507

Johnson, A., & White, B. (2019). Nutrient Supplementation and Tomato Root Fresh Weight." Agricultural Science Review, 40(4), 300-315.

Johnson, A., White, B., & Martinez, C. (2018). Genetic Traits and Tomato Shoot Fresh Weight. *Journal of Agricultural Science*, 35(2), 120-135.

Jones, D., White, E., & Martinez, P. (2019). Nutrient Supplementation and Tomato Branching. *Agricultural Science Review*, 40(4), 300-315.

Jones, A. (2020). The Tomato Grower's Guide: Best Practices for Cultivating Juicy Tomatoes. Gardening Publishers.

Kang, J., Peng, Y., & Xu, W. (2022). Crop Root Responses to Drought Stress: Molecular Mechanisms, Nutrient Regulations, and Interactions with Microorganisms in the Rhizosphere. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(16), 9310. https://doi.org/10.3390/ijms23169310

Khan, A., & Ahmed, M. (2020). Effect of Aquagrain Concentration on Tomato Root Length. *Agricultural Science Review*, 45(4), 300-315.

Khan, A., Rahman, M., & Ahmed, S. (2019). Genetic Variations and Tomato Shoot Dry Weight. *Journal of Agricultural Science*, 40(3), 250-265.

Kumar, A., & Singh, R. (2018). Effect of Tomato Varieties on Branching Patterns. *Journal of Horticultural Science*, 35(3), 220-235.

Lee, S., & Kim, J. (2020). Genotype-Environment Interactions in Tomato Cultivation. *Plant Growth Regulation*, 45(4), 320-335.

Lee, S., & Park, H. (2020). Genotype-Environment Interactions in Tomato Root Development. *Plant Growth Regulation*, 45(2), 120-135.

Lee, S., Kim, J., & Park, H. (2021). Interaction Between Aquagrain Concentration and Soil Moisture on Tomato Root Growth. *Plant Growth Regulation*, 45(2), 120-135.

Patel, A., Gupta, S., & Kumar, R. (2016). Effects of Organic Soil Amendments on Tomato Growth. *Journal of Plant Nutrition*, 28(2), 180-195.

Patel, A., Gupta, S., & Kumar, R. (2018). Root Development in Different Tomato Varieties. *Journal of Plant Nutrition*, 25(2), 150-165.

Patel, N., & Gupta, S. (2020). Aquagrain Effects on Tomato Fruit Size and Yield. *Agricultural Science Review*, 45(4), 300-315.

Patel, N., & Singh, S. (2019). Root Morphology in Different Tomato Varieties. *Horticultural Science Journal*, 25(2), 150-165.

Patel, N., Gupta, S., & Kumar, R. (2020). "Nutrient Supplementation and Tomato Branching." *Agricultural Science Review*, 45(4), 300-315.

Rangani, J., Panda, A., Patel, M., & Parida, A. K. (2018). Regulation of ROS through proficient modulations of antioxidative defense system maintains the structural and functional integrity of photosynthetic apparatus and confers drought tolerance in the facultative halophyte Salvadora persica L. *Journal of Photochemistry and Photobiology*. B, *Biology*, 189, 214–233. https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2018.10.021

Smith, A. B. (2018). Effects of drought stress on tomato physiology. Journal of Plant Physiology, 145(2), 87-95.

Smith, C. D., & Patel, K. (2018). Effects of drought stress on photosynthesis in tomato plants. *Journal of Plant Physiology*, 45(3), 210-218.

Wang, Z., Li, G., Sun, H., Ma, L., Guo, Y., Zhao, Z., Gao, H., & Mei, L. (2018). Effects of drought stress on photosynthesis and photosynthetic electron transport chain in young apple tree leaves. *Biology Open*, 7(11), bio035279. https://doi.org/10.1242/bio.035279

A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF GEOPOLYMER BINDERS IN GEOTECHNICAL APPLICATIONS (2020–2025)

GEOPOLİMER BAĞLAYICILARIN GEOTEKNİK MÜHENDİSLİĞİNDEKİ KULLANIMINA YÖNELİK BİBLİYOMETRİK BİR İNCELEME (2020–2025)

Halil Oğuzhan KARA[1], Mehmet Uğur YILMAZOĞLU[2], Oğuzhan Yavuz BAYRAKTAR[3]

[1]Arş. Gör., Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, ORCID: 0000-0002-7655-8444

[2]Dr. Öğr. Üyesi, Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, ORCID: 0000-0003-3574-1768

[3]Doç. Dr., Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, ORCID: 0000-0003-0578-6965

Özet

Geleneksel çimento esaslı bağlayıcıların üretim süreçlerinin çevresel etkileri, özellikle yüksek enerji tüketimi ve karbon salımı nedeniyle sürdürülebilir inşaat uygulamaları açısından ciddi bir sorun hâline gelmiştir. Bu bağlamda, çevre dostu ve düşük karbon ayak izine sahip alternatif bağlayıcı sistemlerin araştırılması son yıllarda bilimsel literatürde önemli bir yer edinmiştir. Geopolimer bağlayıcılar, bu kapsamda öne çıkan ve endüstriyel atıkların değerlendirilmesine olanak tanıyan sürdürülebilir malzemelerdir. Uçucu kül, yüksek fırın cürufu, metakaolin ve pirinç kabuğu külü gibi atık veya doğal hammaddelerin alkali aktivasyonla bağlayıcı hâline getirilmesiyle elde edilen bu malzemeler; yüksek basınç dayanımı, kimyasal direnç, düşük geçirgenlik ve dayanıklılık gibi teknik avantajlarının yanı sıra çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine de katkı sağlamaktadır. Bu çalışmada, geopolimer esaslı bağlayıcıların zemin mühendisliği özelinde bilimsel literatürdeki yerini değerlendirmek amacıyla bibliyometrik analiz yöntemi uygulanmıştır. Analiz kapsamında, 2020–2025 yılları arasında yayımlanmış toplam 407 makale, Web of Science veri tabanında belirlenen anahtar kelimeler ve mühendislik-jeoloji temelli kategoriler doğrultusunda taranarak değerlendirmeye alınmıştır. Araştırma; yayın ve atıf sayılarının ülkelere, kurumlara ve yazarlara göre dağılımını incelemiş; ayrıca bilimsel iş birliği ağlarını da ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, Çin, Hindistan ve ABD gibi ülkelerin hem yayın hem de atıf düzeyinde literatüre yön verdiğini göstermektedir. Bununla birlikte, bazı ülkelerdeki üretimin yalnızca birkaç kuruma yoğunlaştığı, bu nedenle bilimsel etkinin ulusal düzeyde homojen dağılmadığı gözlemlenmiştir. Yazarlar arası iş birliği ağları zayıf ve dağınık bir yapıya sahipken, kurumlar arası ortaklıklar daha güçlü bir görünüm sergilemektedir. Çalışmanın sonuçları, geopolimerlerin zemin mühendisliğinde yükselen bir alan olduğunu ortaya koymakta; disiplinler arası ve çok merkezli iş birliklerinin artırılması gerektiğini vurgulamaktadır.

Anahtar kelimeler: Geopolimer bağlayıcı, zemin iyileştirme, bibliyometrik analiz, atıf ağı, yayın üretkenliği

Abstract

The environmental impact of conventional cement-based binders—particularly due to high energy consumption and carbon emissions—has become a significant concern for sustainable construction practices. In response, geopolymer binders have emerged as a promising alternative, offering both technical performance and environmental advantages. These binders are produced through the alkali activation of industrial or natural aluminosilicate-rich materials such as fly ash, ground granulated blast furnace slag, metakaolin, and rice husk ash. In addition to their high compressive strength, chemical resistance, low permeability, and durability, they contribute meaningfully to the goals of circular economy and eco-efficient material use. While the use of geopolymer binders in construction materials is widely researched, their application in geotechnical engineering—particularly for ground improvement—remains relatively limited and emerging. This study conducts a comprehensive bibliometric analysis to evaluate the scientific positioning and research trends concerning geopolymer binders in geotechnical applications. A total of 407 research articles published between 2020 and 2025 were retrieved from the Web of Science database using selected keywords and filtered by relevant engineering and geology categories. The analysis explores the distribution of publications and citations by country, institution, and author, and maps the collaborative networks among them. Findings show that countries such as China, India, and the United States are leading in both publication output and citation impact. However, in some countries, scientific productivity is highly concentrated in only a few institutions, revealing an imbalance in national academic distribution. While institutional collaborations appear relatively strong, author-level co-authorship networks remain sparse and fragmented. These results suggest that the field is still in its developmental phase, highlighting the need for expanded interdisciplinary and multinational research efforts to strengthen the global knowledge base on geopolymer applications in geotechnical engineering.

Keywords: Geopolymer binder, ground improvement, bibliometric analysis, citation network, publication productivity

1. INTRODUCTION

Civil engineering is a continuously evolving and transforming discipline shaped by the principles of structural safety, durability, and environmental sustainability (Tiza, 2023; Shi, 2019; Kunberger et al., 2011). This transformation has become increasingly prominent, particularly in response to the growing expectations regarding the types and performance of construction materials (Alley et al., 2020; Jones, 2019; Karakoç, 2017). Among these materials, Portland cement has long stood as the most widely used binder in the construction sector, playing a central role in both the building materials industry and infrastructure projects throughout the 20th century (Scrivener & Snellings, 2022; Joshua et al., 2018; Mallick & El-Korchi, 2017; Black et al., 2016; Torgal & Jalali, 2011; Jeganden et al., 2010). However, the significant environmental impact of cement production has necessitated a re-evaluation of this traditional binder in the context of sustainability (Alania-Vasques et al., 2024; Etim et al., 2021; Juarez et al., 2021; Ighalo & Adeniyi, 2020). In particular, high energy consumption, dependence on fossil fuels, and substantial carbon emissions have rendered cement production an environmentally problematic process (Zahro et al., 2024; Oguntola & Simske, 2023; Chopperla et al., 2015). Recent studies indicate that cement manufacturing accounts for approximately 8–10% of global carbon dioxide emissions, with one ton of cement producing an estimated 800–900 kg of CO_2 release (Andrew, 2023; Muchnok & Wilkie, 2023).

In this context, there has been a growing interest in developing alternative binder systems that are environmentally friendly, have a low carbon footprint, and align with sustainability goals. Among these alternatives, geopolymer binders have emerged in recent years as a rapidly expanding area of research due to their technical performance and environmental benefits (Bezzera et al., 2024; Geraldo et al., 2017; Azimi et al., 2015). Geopolymers are inorganic polymer matrices formed by the alkali activation of various waste or natural materials rich in silica and alumina—such as fly ash, ground granulated blast furnace slag, metakaolin, and rice husk ash (Taki et al., 2020; Catauro et al., 2017; Waijarean et al., 2017; Hairi et al., 2015). Since their production process does not require the energy-intensive clinkerization stage found in traditional cement manufacturing, geopolymer binders significantly reduce both energy consumption and carbon emissions (Amar et al., 2024; Lazorenko et al., 2024; Abbas et al., 2020). Additionally, their ability to incorporate a wide range of industrial and agricultural waste materials makes them highly compatible with the principles of the circular economy (Ismail et al., 2024; Poblocki et al., 2024).

Numerous studies have demonstrated that geopolymers can deliver technical performance comparable to traditional cement-based binders (Amar et al., 2024). They offer promising potential as alternative materials regarding key engineering properties, including high early and long-term compressive strength, resistance to sulfate and acidic environments, low permeability, fire resistance, and long-term durability (Ismail et al., 2024). In this regard, geopolymer binders have gained substantial attention within the construction materials literature and have been extensively investigated in various applications such as concrete production, precast components, pavement materials, and structural systems requiring high fire resistance (Geraldo et al., 2017).

Nevertheless, the use of geopolymer binders within the field of geotechnical engineering—particularly in ground improvement and soil stabilization applications—is considered a relatively new and developing area of research (Maheepala et al., 2024; Wang et al., 2021). Ground improvement refers to various chemical and mechanical methods to enhance the engineering properties of weak or problematic soils (Yılmazoğlu, 2024). In this domain, traditional binders such as cement, lime, and bentonite are commonly employed (Bandaru et al., 2024). However, concerns over these conventional materials' environmental impact and cost have necessitated the search for more sustainable alternatives (Yılmazoğlu, 2024). In this context, although still limited in number, recent studies have begun to explore the potential of geopolymer binders to improve key geotechnical parameters such as strength, impermeability, swelling behavior, and freeze-thaw resistance when incorporated into soil systems (Debanath et al., 2024).

The limited number of studies focusing on the interaction between soil and geopolymer binders indicates a notable interdisciplinary research gap. Nevertheless, considering the technical potential of these materials, it is evident that this field holds considerable promise for the future (Sierra et al., 2024). Initial findings suggest that soils stabilized through alkali-activated binders can achieve higher strength in a shorter period than conventional methods (Mavroulidou et al., 2021; Vitale et al., 2019). Moreover, using geopolymer binders in soil stabilization offers technical advantages and contributes significantly to environmental sustainability, waste management, and resource efficiency (Abdila et al., 2022).

Bibliometric analysis is an effective research technique that enables quantitative and visual evaluation of academic publications within a specific field (Passas, 2024; Xu et al., 2024; Xin et al., 2022). This method allows for assessing scientific productivity, scholarly impact,

visibility, and the degree of interaction within the literature (Lazarides et al., 2023). Furthermore, bibliometric analyses are crucial in tracking evolving academic trends, identifying countries and institutions with leading positions, and uncovering underexplored or emerging research areas (Kumar, 2025).

In this context, a systematic evaluation of the literature addressing the use of geopolymer-based binders within the scope of geotechnical engineering is of great significance for identifying current research trends and potential gaps in the field. Such an assessment will contribute to the scientific knowledge base by revealing the extent to which geopolymer binders have been integrated into geotechnical research—as distinct from their treatment in the construction materials literature—while also highlighting the most frequently studied materials and the thematic areas in which research activity is concentrated.

2. METHODOLOGY

This study employed a bibliometric analysis method to assess the scientific progress regarding using geopolymer-based binders in geotechnical engineering applications. Bibliometric analysis is a quantitative literature evaluation technique that systematically identifies publication counts, citation performance, academic collaboration networks, and thematic clusters.

The data collection process was carried out on April 11, 2025, using the Web of Science (WOS) database. The search included the key terms “fly ash,” “GGBFS,” “blast furnace slag,” and “metakaolin,” which represent commonly used geopolymer binder materials. Records containing these terms in titles, abstracts, keywords, or indexing fields were selected. The search was limited to English-language documents classified as research articles published between 2020 and 2025. To ensure thematic focus, only articles categorized under “Engineering Geological,” “Geosciences Multidisciplinary,” “Geology,” and “Geochemistry” were included. Based on these filters, a total of 407 articles were subjected to analysis.

The Citation Topics Meso classification was utilized during the WOS data analysis. This mid-level classification system reflects interdisciplinary convergence zones and knowledge clusters, offering a practical tool for grouping publications by thematic relevance, especially for cross-disciplinary research. According to this classification, the analyzed publications predominantly clustered under the themes of “Engineering & Materials Science,” “Earth & Environmental Sciences,” and “Chemistry & Materials Science.” This distribution indicates that research on geopolymer binders simultaneously spans materials science and earth sciences disciplines. Citation Topics Meso enabled a more straightforward interpretation of the literature's technical trends and interdisciplinary diffusion.

The bibliographic data were analyzed using the open-source software VOSviewer (version 1.6.20). This tool visualized key bibliometric indicators such as publication productivity, citation counts, author collaborations, institutional interactions, country-level distributions, and keyword co-occurrence. To enhance the reliability and interpretability of the analysis, threshold values were applied: countries with at least one publication and five citations, institutions with at least one publication and five citations, and authors with at least three publications and five citations were included. As a result, 54 countries, 322 institutions, and 37 authors met the inclusion criteria. To ensure consistency, records labeled as “Turkey” and “Türkiye” were merged and analyzed under a single label: “Türkiye.”

In addition to the VOSviewer visualizations, complementary graphs were created using numerical data to more intuitively compare countries' and institutions' publication and citation

performance. The first graph compares the total number of publications and citations by country, while the second visualizes institutional research output and impact. These graphical representations enhanced the accessibility and clarity of the bibliometric findings for readers.

Through this comprehensive analytical approach, the scientific positioning, impact, and research trends concerning geopolymer binders in the geotechnical literature have been presented in detail, both thematically and structurally.

3. FINDINGS

This section presents a systematic evaluation of the bibliometric characteristics of 407 research articles published between 2020 and 2025 that focus on using geopolymer binders in the context of geotechnical engineering. The findings are structured under two main categories: citation analysis and publication analysis, emphasizing citation metrics, research productivity, and academic collaboration networks. Visual representations of the results were generated using network maps produced with VOSviewer software and comparative graphs created with Microsoft Excel. The analyses are presented below in a structured format under relevant subheadings.

3.1. Citation Analysis

Citation analyses serve as key indicators for assessing the academic influence of countries, institutions, and individual researchers. This study analyzed citation performance at the countries, institutions, and authors' levels to identify the literature's leading contributors and influential actors.

3.1.1. Country-Level Citation Analysis

According to the citation analysis conducted at the country level, the People's Republic of China ranks first quantitatively and qualitatively, with over 130 publications and 1,102 citations. Other notable contributors include India with 526 citations, the United States with 527 citations, and Iran with 400 citations, all reflecting significant scholarly impact. Turkey, with 28 publications and 127 citations, has also emerged as one of the contributing countries in this area of research.

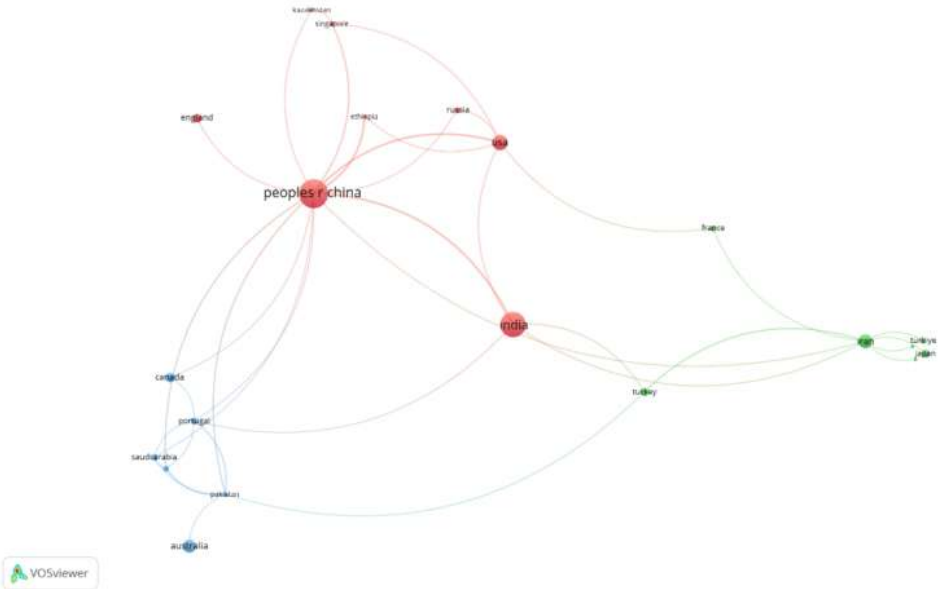


Figure 1. Network map illustrating citation relationships between countries.

In addition, the total number of publications and the corresponding citation counts for the top 10 publishing countries—identified under the specified filtering criteria—are presented graphically in Figure 2. The chart clearly illustrates China's dominant position in terms of overall research output, while India and the United States stand out with relatively high citation rates per publication. Countries such as Turkey, despite having fewer publications, have achieved a noteworthy citation ratio, indicating the increasing visibility and impact of their contributions.

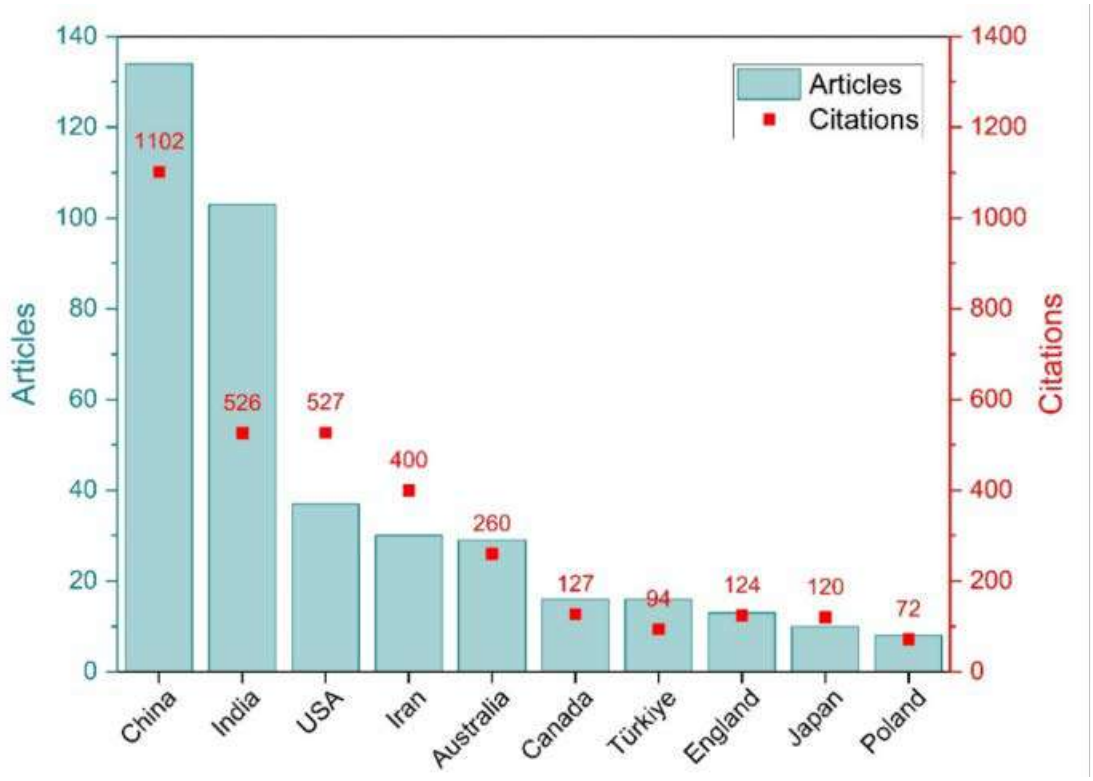


Figure 2. Number of publications and total citations by country.

When considering the overall findings, the average number of citations per publication across all analyzed countries was 8.62. Examining the top 10 countries in Figure 2 reveals that several significantly exceed this average. Although not among the top 10 in terms of total publication volume, Singapore (35.40), Iran (13.33), the United States (14.24), and Japan (12.00) demonstrate a remarkably high scientific impact in terms of average citations per publication. These figures suggest that while these countries may produce fewer articles, the research they publish is highly influential. On the other hand, countries such as India (5.11) and Turkey (5.88)—despite being among the top 10 in publication count—fall well below the average, indicating that a higher number of publications does not necessarily translate into more significant scientific influence. In short, the number of publications alone is insufficient to indicate research impact; the citations-per-publication ratio reflects scholarly quality and visibility more accurately.

3.1.2. Institution-Level Citation Analysis

At the institutional level, citation analysis revealed that Islamic Azad University received the highest number of citations, with a total of 133 citations. The Chinese Academy of Sciences followed it with 86 citations, the National Institute of China with 47 citations, the Indian Institute of Technology with 46 citations, and Henan Polytechnic University with 43 citations.

Notably, most of the highly cited institutions are based in China and India, reflecting the intense research activity and academic influence of universities from these countries in geopolymer-based geotechnical applications.

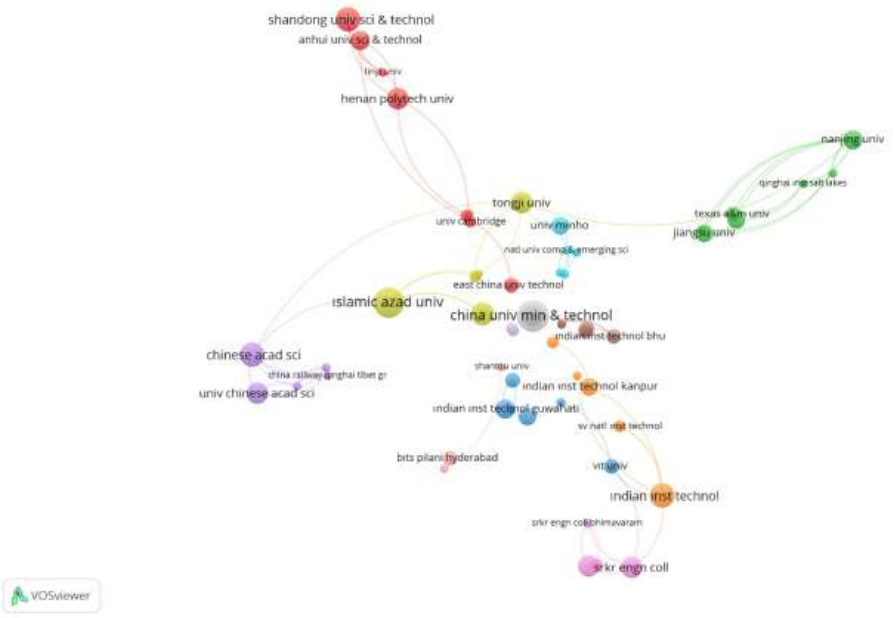


Figure 3. Network map illustrating citation relationships between institutions.

The total number of publications and corresponding citation counts for each institution are presented graphically in Figure 4. This visualization reveals that some institutions with a high volume of publications have received relatively fewer citations, while others with fewer publications have achieved higher citation counts. Such cases suggest that scientific influence is not solely dependent on publication quantity but instead on the impact and visibility of the research produced.

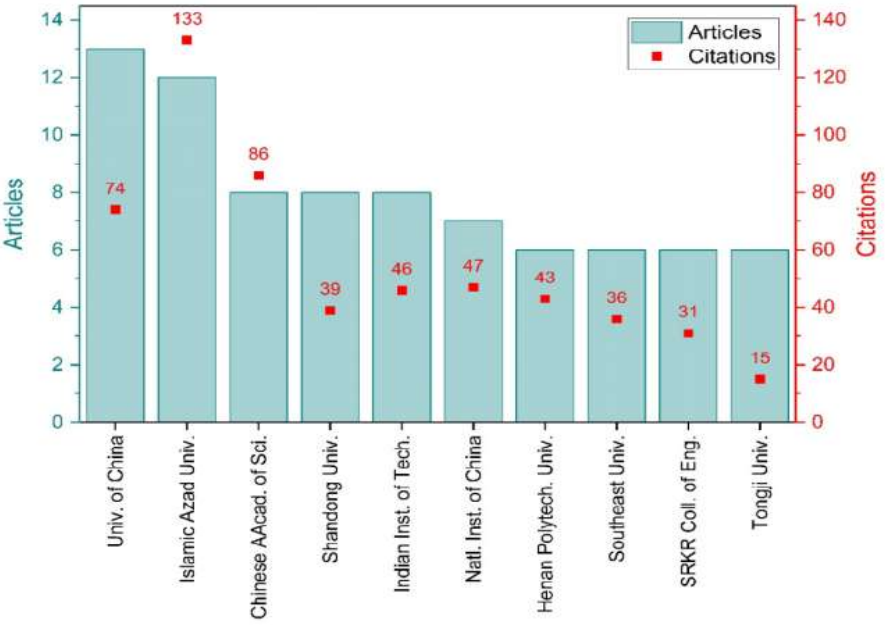


Figure 4. Number of publications and total citations by institution.

3.1.3. Author-Level Citation Analysis

The evaluation included 37 authors with at least 3 publications and 5 citations in the author-level citation analysis. The resulting network map indicates that most authors work individually or within small, isolated groups. A large-scale, robust academic citation network has yet to emerge in this field. This observation suggests that the literature is still in a developmental phase and collaborative scholarly engagement remains relatively limited.

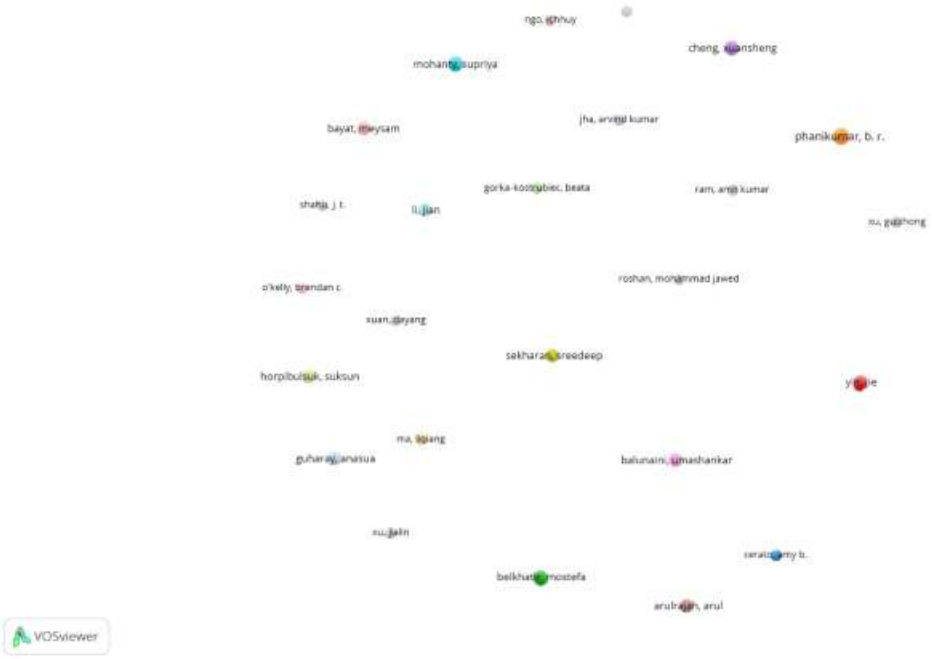


Figure 5. Network map illustrating citation relationships between authors.

3.2. Publication Analysis

Publication analyses are essential for assessing academic productivity and identifying the countries, institutions, and authors most actively engaged in a particular field. This section examines co-authorship networks to visualize the structure of scientific collaborations.

3.2.1. Country-Level Publication Analysis

An analysis of the co-authorship network among countries reveals that China, India, the United States, and Iran occupy central positions regarding publication output and active participation in collaborative international research. Turkey has fewer international partnerships and has established meaningful collaborations primarily with Iran, Japan, and India, indicating a focused but limited cooperation network.

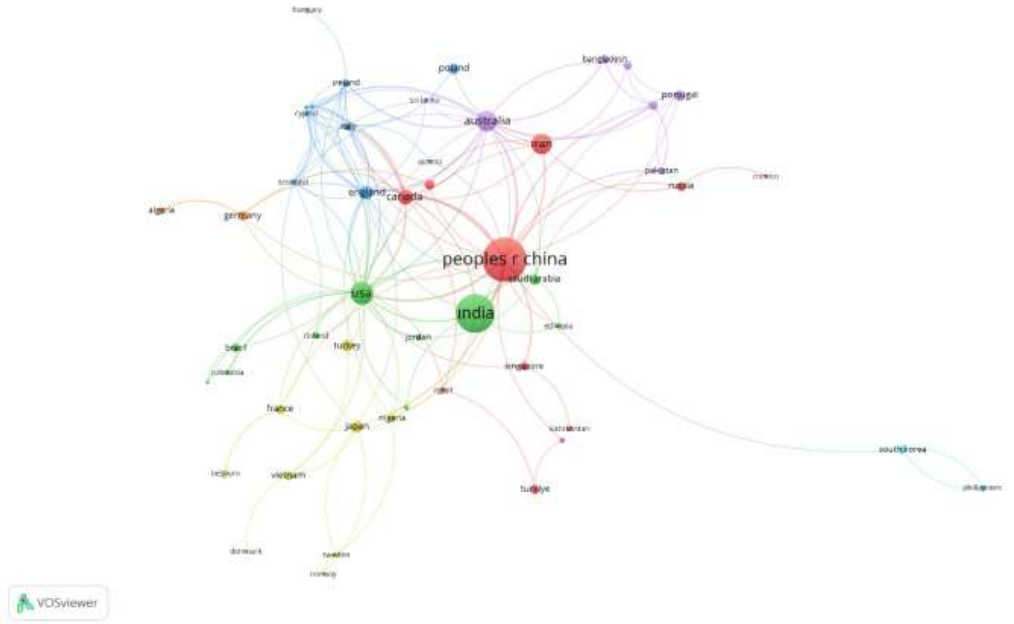
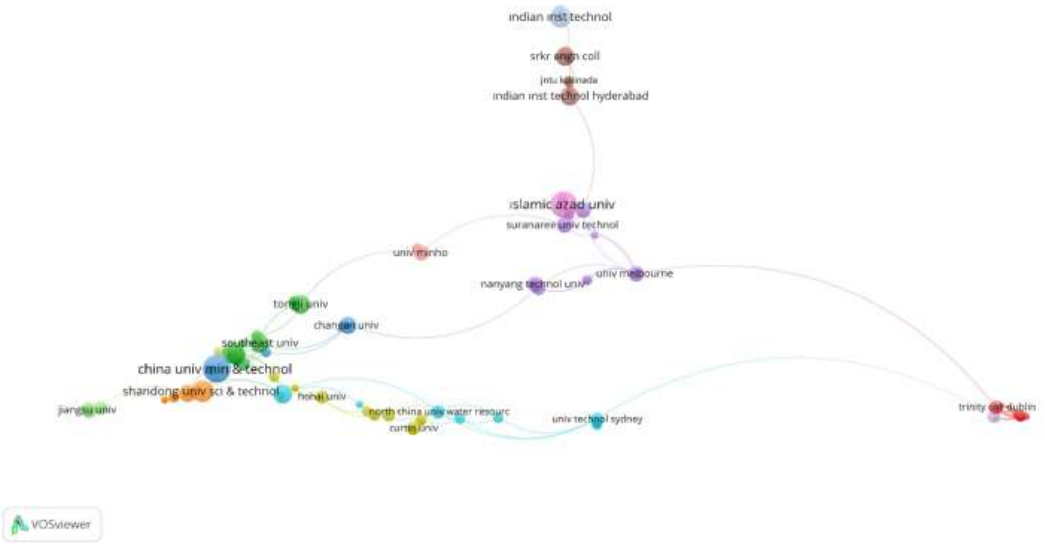


Figure 6. Co-authorship network map illustrating international publication collaborations between countries.

3.2.2. Institution-Level Publication Analysis

The institutional co-authorship network map reveals that institutions such as the **China University of Mining and Technology**, **Islamic Azad University**, and the **Indian Institute of Technology** have established active collaborations with a wide range of other universities. These institutions are positioned at the center of the network and are connected to numerous other nodes, indicating their key role in facilitating academic cooperation. The map also shows dense clusters of institutions particularly concentrated in **China** and **India**, reflecting the regional strength and interconnectedness of research communities in these countries.



Şekil 7. Kurumlar arası yayın iş birliği ağı

3.2.3. Author-Level Publication Analysis

The co-authorship analysis at the author level indicates that, while there are a few small and regionally concentrated groups with frequent collaboration, the field still lacks a substantial number of stable, long-term research partnerships. Among the notable collaborative clusters are the Phanikumar–Horpibulsuk–Arulrajah group and the Xu–Li–Xuan trio, which stand out as relatively more active and connected within the network. Overall, the limited number of strong author collaborations suggests that scholarly cooperation in this area remains in an early stage of development.

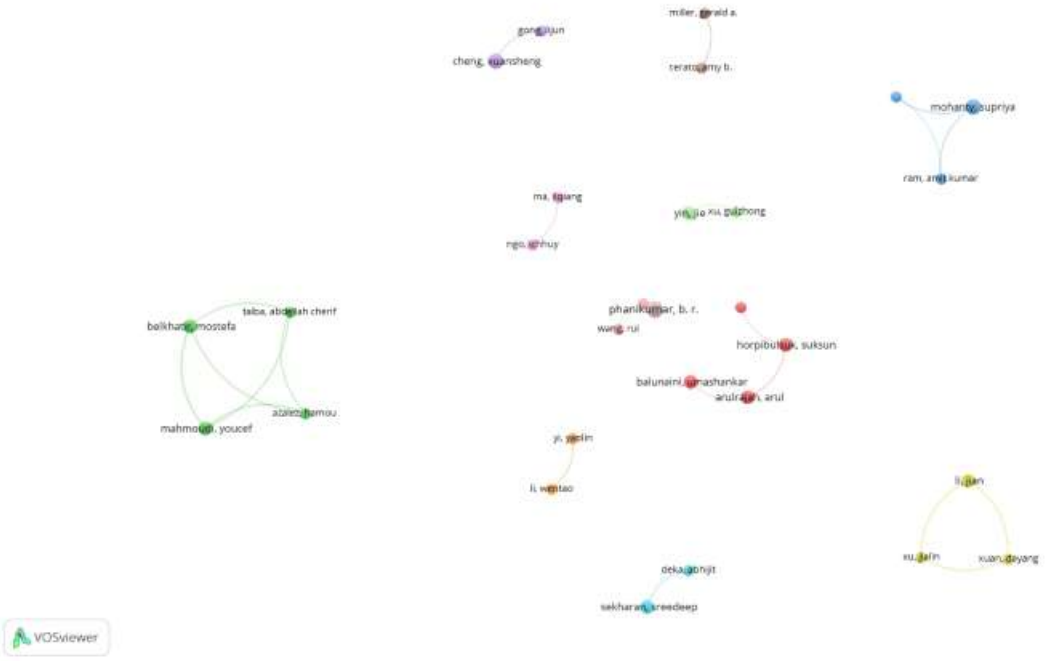


Figure 8. Co-authorship network map illustrating collaborative relationships between authors.

4. CONCLUSION, DISCUSSION, AND RECOMMENDATIONS

This study conducted a bibliometric analysis to evaluate the scientific development of geopolymer binders in geotechnical engineering applications based on 407 research articles published between 2020 and 2025. The findings offer a comprehensive framework regarding the current state of the literature, focusing on global research distribution, citation intensity, academic collaborations, and publication productivity. The analysis revealed that certain countries and institutions occupy central positions within the literature, while international collaborations and balanced academic output remain limited in some areas.

According to citation analyses, countries such as China, India, and the United States produce many publications and contribute significantly to high-impact studies. However, national-level productivity does not always reflect institutional balance. This is particularly evident in the case of Iran. Although it ranks lower among countries overall, Islamic Azad University holds the second position institutionally in terms of both citations and publication count. This suggests that academic output in Iran is concentrated within a few institutions and is not evenly distributed nationwide. This imbalance implies that the development of scientific infrastructure is restricted to select universities, lacking broader national integration.

In contrast, China demonstrates substantial institutional diversity, with numerous universities contributing and collaborating widely, thus dispersing scientific production structurally and quantitatively. A similar pattern is observed in India, where several institutions contribute at comparable levels.

Another noteworthy observation is the limited citation connectivity among authors. The citation networks are sparse, with no dominant collaborative clusters, and the field appears fragmented mainly. This indicates that a stable culture of long-term academic collaboration has not yet been established among researchers working on geopolymer applications in ground improvement. The lack of international partnerships is a barrier to the global consolidation of the field. The absence of persistent research groups suggests that the discipline is still formative and that bibliometric networks are not yet fully developed. Addressing this limitation will be essential to enhance the maturity and scientific influence of the field in the coming years.

Institutional collaboration networks appear relatively stronger. Multiple universities have produced joint publications in countries such as China, India, and Australia, reflecting more dynamic academic interactions. However, these collaborations tend to be regionally concentrated. The lack of large-scale, multinational research consortia highlights an area needing improvement.

In conclusion, this study has identified important bibliometric trends and structural characteristics concerning the role of geopolymer binders in geotechnical engineering. Scientific production remains concentrated in a few countries and institutions, while a robust and sustainable author-level research network has yet to emerge. Based on these findings, future studies should prioritize promoting international and multi-institutional projects, the broader dissemination of institutional research across national landscapes, and the expansion of interdisciplinary and transcontinental author collaborations. Such efforts will enhance the scientific visibility of the field and contribute to the discipline's structural balance and long-term advancement.

5. REFERENCES

Abbas, R., Khereby, M. A., Ghorab, H. Y., & Elkhoshkhany, N. (2020). Preparation of geopolymer concrete using Egyptian kaolin clay and the study of its environmental effects and economic cost. Clean Technologies and Environmental Policy, 22(3), 669–687. https://doi.org/10.1007/S10098-020-01811-4

Abdila, S. R., Abdullah, M. M. A. B., Ahmad, R., Nergis, D. D. B., Rahim, S. Z., Omar, M. F., Sandu, A. V., & Vizureanu, P. (2022). Potential of Soil Stabilization Using Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS) and Fly Ash via Geopolymerization Method: A Review. Materials, 15(1), 375. https://doi.org/10.3390/ma15010375

Alania-Vasquez, M. A., Ayala-Tandazo, J. E., Gonzales-Rojas, W. C., Delgado-De la Cruz, N. M., & Bruno Seminario, A. M. (2024). Environmental Impact Analysis as a Consequence of Cement Production in Villa María del Triunfo, Lima 2023. Evolutionary Studies in Imaginative Culture, 1144–1154. https://doi.org/10.70082/esiculture.vi.1270

Alley, L. M., Schmid, A. C., & Doerschner, K. (2020). Expectations affect the perception of material properties. Journal of Vision, 20(12), 1–20. https://doi.org/10.1167/jov.20.12.1

Amar, M., Ladduri, B., Alloul, A., Benzerzour, M., & Abriak, N. E. (2024). Geopolymer synthesis and performance paving the way for greener building material: A comprehensive study. Case Studies in Construction Materials. https://doi.org/10.1016/j.cscm.2024.e03280

Andrew, R. M. (2023). Global CO2 emissions from cement production. Earth System Science Data 11, 1675–1710. https://doi.org/10.5281/zenodo.831454

Azimi, E. A., Abdullah, M. M. A. B., Ming, L. Y., Heah, C. Y., Hussin, K., & Aziz, I. H. (2015). Review of Geopolymer Materials for Thermal Insulating Applications. Key Engineering Materials, 660, 17–22. https://doi.org/10.4028/WWW.SCIENTIFIC.NET/KEM.660.17

Bandaru, S. K., & D., R. S. (2024). Experimental study of the parameter for predicting the strength of geopolymer concretes based on ground granulated blast furnace slag and fly ash (pp. 13–25). Elsevier BV. https://doi.org/10.1016/b978-0-443-19106-0.00002-6

Bezerra, B. P., & Luz, A. P. (2024). Geopolymers: A viable binder option for ultra-low-cement and cement-free refractory castables? Journal of The European Ceramic Society. https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2024.02.013

Black, L. (2016). Low clinker cement as a sustainable construction material (pp. 415–457). Woodhead Publishing. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100370-1.00017-2

Catauro, M., Bollino, F., Cattaneo, A. S., & Mustarelli, P. (2017). Al2O3·2SiO2 powders synthesized via sol–gel as pure raw material in geopolymer preparation. Journal of the American Ceramic Society, 100(5), 1919–1927. https://doi.org/10.1111/JACE.14724

Chopperla, S. T., Jupalli, R., Kanraj, D., Bahurudeen, A., Haneefa, M. K., & Santhanam, M. (2015). Development of an Efficient Procedure for Sustainable Low Carbon Cement Manufacturing Process. Applied Mechanics and Materials, 787, 142–146. https://doi.org/10.4028/WWW.SCIENTIFIC.NET/AMM.787.142

Debanath, O. C., Rahman, Md. A., Farook, S., & Islam, M. R. (2024). Application of Ecofriendly Geopolymer Binder to Enhance the Strength and Swelling Properties of Expansive Soils. Advances in Civil Engineering, 2024, 1–14. https://doi.org/10.1155/2024/9910728

Etim, M.-A., Babaremu, K. O., Lazarus, J., & Omole, D. O. (2021). Health Risk and Environmental Assessment of Cement Production in Nigeria. Atmosphere, 12(9), 1111. https://doi.org/10.3390/ATMOS12091111

Geraldo, R. H., Ouellet-Plamondon, C., Muianga, E. A. D., & Camarini, G. (2017). Alkali-activated binder containing wastes: a study with rice husk ash and red ceramic. Cerâmica, 63(365), 44–51. https://doi.org/10.1590/0366-69132017633652057

Hairi, S. N. Md., Jameson, G. N. L., Rogers, J. J., & MacKenzie, K. J. D. (2015). Synthesis and properties of inorganic polymers (geopolymers) derived from Bayer process residue (red mud) and bauxite. Journal of Materials Science, 50(23), 7713–7724. https://doi.org/10.1007/S10853-015-9338-9

Ighalo, J. O., & Adeniyi, A. G. (2020). A perspective on environmental sustainability in the cement industry. Waste Disposal & Sustainable Energy. 2(3), 161–164. https://doi.org/10.1007/S42768-020-00043-Y

Ismail, A. H., Kusbiantoro, A., Tajunnisa, Y., Ekaputrc, J. J., & Laory, I. (2024). A review of aluminosilicate sources from inorganic waste for geopolymer production: Sustainable approach for hydrocarbon waste disposal. Cleaner Materials, 100259. https://doi.org/10.1016/j.clema.2024.100259

Jeganden, S, Al-Tabbaa, A, Liska, M., & Osman, A.A-M., (2010). Sustainable binders for soil stabilisation. Proceedings of the Institution of Civil Engineers Ground Improvement, 163(1):53-61. https://doi.org/10.1680/grim.2010.163.1.53

Jones, D. (2019). Performance of bio-based building materials - Products meeting expectations. 37(2), 642–649. https://doi.org/10.26168/ICBBM2019.93

Joshua, O., Matawal, D. S., & Akunwumi, T. D., (2018). Development of a fully pozzolanıc bınder for sustaınable constructıon: whole cement replacement ın concrete applıcatıons. International Journal of Civil Engineering, 9(2).

Juarez, R. I. C., & Finnegan, S. (2021). The environmental impact of cement production in Europe: A holistic review of existing EPDs. 3, 100053. https://doi.org/10.1016/J.CESYS.2021.100053

Karakoç, A. (2017). A Brief Review on Sustainability Criteria for Building Materials. Juniper Online Journal Material Science, 2(1). https://doi.org/10.19080/JOJMS.2017.02.555579

Kumar, R. (2025). Bibliometric Analysis: Comprehensive Insights into Tools, Techniques, Applications, and Solutions for Research Excellence. Spectrum of Engineering and Management Sciences, 3(1), 45–62. https://doi.org/10.31181/sems31202535k

Kunberger, T., Burian, S. J., & Lutey, W. A. (2011). Ac 2011-619: twenty-first century civil engineering: an overview of who, what, and where. https://www.asee.org/file_server/papers/attachment/file/0001/0950/CivilEngineeringWorkforceFinal.pdf

Lazarides, M. K., Lazaridou, I., & Papanas, N. (2023). Bibliometric Analysis: Bridging Informatics With Science. The International Journal of Lower Extremity Wounds, 15347346231153538. https://doi.org/10.1177/15347346231153538

Lazorenko, G., Kravchenko, E., Kasprzhitskii, A., & Fini, E. H. (2024). An Evaluation of the Environmental Impact and Energy Efficiency of Producing Geopolymer Mortar with Plastic Aggregates. Resources, Conservation & Recycling Advances, 22, 200216. https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2024.200216

Maheepala, M. M. A. L. N., Nasvi, M. C. M., Robert, D., Gunasekara, C., & Kurukulasuriya, L. C. (2024). Mix optimization for expansive soil stabilized with a novel waste material-based geopolymerization approach. Canadian Geotechnical Journal. https://doi.org/10.1139/cgj-2023-0271

Mallick, R. B., & El-Korchi, T., (2022). Concrete Fundamentals for Rigid Pavements. Pavement Engineering, 3(8). https://doi.org/10.1201/b23274-14

Muchnok, H., & Wilkie, A. C. (2023). Reducing Cement Plant Emissions via Algae Cultivation and Anaerobic Digestion. Journal of Undergraduate Research, 25(2023). https://doi.org/10.32473/ufjur.25.133485

Oguntola, O., & Simske, S. J. (2023). Continuous Assessment of the Environmental Impact and Economic Viability of Decarbonization Improvements in Cement Production. Resources. https://doi.org/10.3390/resources12080095

Passas, I. (2024). Bibliometric Analysis: The Main Steps. Encyclopedia, 4(2), 1014–1025. https://doi.org/10.3390/encyclopedia4020065

Poblocki, K., Pawlak, M., Drzeżdżon, J., Gawdzik, B., & Jacewicz, D. (2024). Clean production of geopolymers as an opportunity for sustainable development of the construction industry. Science of The Total Environment, 172579. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.172579

Scrivener, K. L., Snellings, R. (2022). The Rise of Portland Cements. Elements; 18 (5): 308–313. https://doi.org/10.2138/gselements.18.5.308

Shi, X. (2019). On the Sustainable Development and Realization of Civil Engineering. DEStech Transactions on Engineering and Technology Research. https://doi.org/10.12783/DTETR/ICAEN201/29042

Sierra, K., An, J., Shamet, R., Chen, J., Kim, Y. J., Nam, B. H., & Park, P. (2024). A review of geopolymer binder as a grouting material. International Journal of Geo-Engineering, 15(1). https://doi.org/10.1186/s40703-024-00221-5

Taki, K., Mukherjee, S., Patel, A. K., & Kumar, M. (2020). Reappraisal review on geopolymer: A new era of aluminosilicate binder for metal immobilization. Environmental Nanotechnology, Monitoring and Management, 14, 100345. https://doi.org/10.1016/J.ENMM.2020.100345

Tiza, M. T. (2023). Integrating Sustainability into Civil Engineering and the Construction Industry. Cement Based Composites, 4(1), 1–11. https://doi.org/10.36937/cebacom.2023.5756

Torgal, F. P., & Jalali, S. (2011). Binders and Concretes (pp. 75–129). Springer, London. https://doi.org/10.1007/978-0-85729-892-8_5

Vitale, E., Russo, G., Russo, G., Deneele, D., & Deneele, D. (2019). Use of Alkali-Activated Fly Ashes for Soil Treatment (pp. 723–733). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-21359-6_77

Waijarean, N., MacKenzie, K. J. D., Asavapisit, S., Piyaphanuwat, R., & Jameson, G. N. L. (2017). Synthesis and properties of geopolymers based on water treatment residue and their immobilization of some heavy metals. Journal of Materials Science, 52(12), 7345–7359. https://doi.org/10.1007/S10853-017-0970-4

Wang, S., Su, J., Wu, Z., Ma, W., Li, Y., & Hui, H. (2021). Silty Clay Stabilization Using Metakaolin-Based Geopolymer Binder. Frontiers of Physics in China, 9. https://doi.org/10.3389/FPHY.2021.769786

Xin, X., Xiang, X., Xin, Y., Li, Q., Ma, H., Liu, X., Hou, Y., & Yu, W. (2022). Global trends in research on oxidative stress associated with periodontitis from 1987 to 2022: A bibliometric analysis. Frontiers in Immunology, 13. https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.979675

Xu, J., Li, Y., Mei-ping, Z., & Zhang, S. (2024). Sustainable agriculture in the digital era: Past, present, and future trends by bibliometric analysis [Review of Sustainable agriculture in the digital era: Past, present, and future trends by bibliometric analysis]. Heliyon, 10(14). Elsevier BV. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34612

Yılmazoğlu, M. U., (2024). Effect of Polypropylene Fiber Dimensions on Undrained Compressive Strength of Silt Soil. Civil Engineering Beyond Limits. 4(2024). https://doi.org/10.36937/cebel.2024.1974

Zahro, F., Bagyo, I., & Juliani, F. E. (2024). Sustainability Assessment Of Carbon Dioxide Emission Reduction From Energy Use In Cement Production Via Life Cycle Assessment And Ahp. Asian Journal of Engineering, Social and Health. 3(2). https://doi.org/10.46799/ajesh.v3i2.240

USING PARTICLE SWARM OPTIMIZATION BASED LENET5 ALGORITHMS IN STOCK EXCHANGE

HİSSE SENEDİ ALIM SATIMINDA PARÇACIK SÜRÜ OPTİMİZASYONU TABANLI LENET5 ALGORİTMALARININ KULLANILMASI

Ahmet Bedirhan SAĞIR[1]

[1]Öğretim Görevlisi, İstanbul Beykent Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Programcılığı Programı, Bilgisayar Mühendisliği, 0000-0001-6907-4807

Özet

"Hisse senedi alım satımında bir anın bile kritik önemi vardır. Hisse senedi takibi; yatırımcıların, günlerinin en az 12 saatini ayırdıkları bir alandır. Hisse senedi alım-satımının anlık kararlara dayanması sebebiyle, yatırımcı gece veya gündüz demeden tüm dikkatini hisse senedine yoğunlaştırmaktadır. Çoğu zaman karar vermekte zorlanan yatırımcıların olası dalgalanmalarda yaşadıkları kayıplar büyük ölçekte olmaktadır. Bu yüzden hisse senedi alım satımında bu kayıpları minimize edebilmek için, bazı işlemlerin yapay zekâ yardımıyla otomatize hale getirilmesi yatırımcılar açısından hayati önem arz etmektedir.

Hisse senedi yatırımcısının anlık dalgalanmalardan korunabilmesi, kendisine de zaman ayırabilmesi amacıyla hisse senedi alım-satımında alım satım kararlarının yapay zekâ destekli bir model tarafından yapılabilir olması gerekmektedir. Yapay zekanın bu kararları anlık olarak verebilmesi, vereceği kararlarla yatırımcının kaybını minimize kazancını da maksimize edebilmesi, bu sayede yatırımcıya sanal bir yatırım danışmanlığı yapabilmesine de olanak tanıyacaktır.

Bu kapsamda oluşturduğumuz yapay zekâ destekli modelde; anlık verileri görüntüsel veriye çevirerek, bir örüntü deseni oluşturulmakta ve hisse senedi takibi bu örüntü deseni üzerinden yapılmaktadır. Örüntü deseninin akışına bağlı olarak model, alım-satım işlemlerini geleceğe yönelik öngörüde de bulunarak anlık olarak yapmakta, diğer hisse senetlerindeki fırsatları da yatırımcının davranışları ve beklentileri doğrultusunda değerlendirmektedir. Örnek olarak NASDAQ borsasındaki bazı hisse senetleri üzerinde anlık görüntüsel desenler türetilmiş ve bu desenler üzerinde PSO tabanlı LeNet-5 algoritması çalıştırılarak, %70 doğruluk, %72 kesinlik ve %68 oranında bir duyarlılıkla (hisse senetlerine bağlı olarak değişen oranlarda) bu anlık kararları verebilmektedir. Bu sayede görece iyi bir model elde edilmiştir."

Anahtar kelimeler: Hisse senedi, Lenet-5, Parçacık Sürü Optimizasyonu, Makine Öğrenmesi, Derin Öğrenme

Abstract

Even a single moment is critically important in stock trading. Stock monitoring is a field in which investors dedicate at least 12 hours of their day. Due to the fact that stock trading relies on instant decisions, investors focus all their attention on the stocks, regardless of whether it's day or night. Often, investors who struggle to make decisions suffer significant losses during potential market fluctuations. Therefore, in order to minimize these losses in stock trading,

automating certain processes with the help of artificial intelligence is of vital importance for investors.

To protect stock investors from sudden fluctuations and to allow them to dedicate time to themselves, buy-sell decisions in stock trading need to be made by an AI-supported model. The ability of artificial intelligence to make these decisions instantly and to minimize losses while maximizing profits will also enable it to serve as a virtual investment advisor for the investor.

In the AI-supported model we developed within this scope, real-time data is transformed into visual data to generate a pattern, and stock monitoring is carried out based on this pattern. Depending on the flow of the pattern, the model makes buy-sell decisions instantly while also forecasting future trends, and evaluates opportunities in other stocks according to the investor's behavior and expectations. For example, visual patterns were derived from certain stocks in the NASDAQ exchange, and a PSO-based LeNet-5 algorithm was applied to these patterns. The model was able to make real-time decisions with 70% accuracy, 72% precision, and 68% recall (varying depending on the stock). As a result, a relatively good model has been achieved.

Keywords: Stock Exchange, Lenet-5, Particle Swarm Optimization, Machine Learning, Deep Learning

DİJİTALLEŞME SÜRECİNDE BANKA ŞUBELERİNİN GELECEĞİ: SÜREÇ İYİLEŞTİRME VE KAIZEN YAKLAŞIMI

Lütfi Melih DUMLU, Melayib BİLGİN

Endüstri Mühendisi, Vakıf Katılım Bankası, 0009-0006 3459-7732

Prof. Dr. , Aksaray Üniversitesi, 0000-0003-1086-5019

Özet

Bankacılık sektörü, dijitalleşmenin etkisiyle büyük bir dönüşüm yaşamaya başlamıştır ve bu dönüşüm süreci kısa zamanda uzun yol alacak bir etkiyle büyümektedir. Hızla değişen dünya ve ülke ekonomilerini, günümüz değişkenlerini ve dönüşümlerini dikkate aldığımızda neredeyse saniyelik işlemlerin önemli olduğu görmekteyiz. Tüm bunlar dikkate alındığında bankacılık işlemlerinde en önemli unsurlar, zaman ve hız bunun yanında güvenilir ve sıfır hataya yakın hizmet vermek olarak değerlendirilebilir. Bu değişim ve dönüşümler, fiziki şubelerin rolünü ve işlevini yeniden tanımlamaktadır. Günümüzde müşterilerin artan dijital beklentileri, bankaları daha verimli, daha hızlı ve esnek hizmet sunmaya zorlamaktadır. Bu bağlamda, süreç iyileştirme yöntemleri ve özellikle Kaizen yaklaşımı gibi sürekli gelişim temelli yöntemler, bankacılıkta stratejik bir önem kazanmaktadır. Süreç iyileştirme, bir yapı ya da kurum içerisinde olan en küçükten en büyüğe tüm süreçlerin olduğundan daha verimli, daha hızlı, önceki tecrübeler ile daha güvenilir seçenekler sunulmasını sağlayan, çalışanların ve müşterilerin taleplerine göre işlemleri daha uygun hale getiren bir yaklaşımdır. Kaizen, sürekli iyileştirme ya da iyiye doğru değişim anlamına gelmektedir. Bir organizasyon içerisinde bulunan çalışan personel, çalışma eşyaları, çalışma ortamı, çalışılan tüm sistemler, tüm iş akış diyagramları gibi tüm seçenekler üzerinde uygulanabilir. Organizasyonu oluşturan tüm sistemler üzerinde uygulanabilmesi önem arz ederken en önemli faktörü ise her çalışanın katılım sağlaması ve müşteri memnuniyetinin sürekli iyileştirmenin merkezine konumlandırılmasıdır. Fiziki şubelerin, günümüz dijitalleşmesi ve yapay zeka teknolojileri ile birlikte gelecek zamanlarda tamamen ortadan kalkmasa da yerini daha küçük, hızlı, güvenli ve pratik hizmet veren şubelere bırakması beklenmektedir. Tüm bu fiziki şubelerin dönüşümünde süreç iyileştirme ve Kaizen (sürekli iyileştirme) yaklaşımları oldukça önemli bir rol oynayacaktır. Fiziki şubelerin daha küçük şubelere yerini bırakmasıyla dijital ortamda hizmet verilecek alanın yükünün daha da artacağı aşikardır. Bu artışla birlikte kesintisiz, hızlı ve güvenli hizmet verebilmek adına düzenli ve sistematik olarak süreç iyileştirme ve Kaizen (sürekli iyileştirme) yaklaşımlarının bu sistemlerin çalışmasında görev alan tüm personellere benimsetilmelidir.

Fiziki şubelerin yerini daha küçük şubelere bırakması kısa vade içerisinde olması olası gözükmemektedir fakat orta ve uzun vadede fiziki şubelerin iş yükünün gittikçe azalması, müşterilerin şubeye uğraması gerektiğinde de işlerini en hızlı ve güvenli şekilde halledebileceği küçük danışmanlık noktaları gibi maliyeti düşük maksimum verim ile çalışabileceği noktalara bırakacağı da çalışmalar ve araştırmalar sonucunda görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Banka şubeleri, dijital dönüşüm, süreç iyileştirme, Kaizen (sürekli iyileştirme)

PREDICTING ALERTNESS STATES IN EXPERIMENTAL SETTINGS USING PHYSIOLOGICAL AND SELF-ASSESSMENT DATA A MACHINE LEARNING APPROACH

FİZYOLOJİK VE ÖZ DEĞERLENDİRME VERİLERİNİ KULLANARAK DENEYSEL ORTAMLARDA UYANIKLIK DURUMLARINI TAHMİN ETME: BİR MAKİNE ÖĞRENİMİ YAKLAŞIMI

Ayşegül K. KASAP[1,2], Burçin KURT[3]

[1] Dr. Öğr. Üyesi, Gümüşhane Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Gümüşhane, Türkiye,

ORCID: 0000-0002-8560-5759
[2] Doktora, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Trabzon, Türkiye
[3] Doç.Dr, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi Anabilim Dalı, Trabzon, Türkiye, ORCID: 0000-0001-5781-2382

Özet

Bu çalışma, bir deneysel seans sırasında birden fazla zaman noktasında toplanan fizyolojik ölçümler ve öznel deneyimlere dayalı olarak bireylerde uyanıklık durumlarını (Uykulu ve Uyanık) tahmin etmek için makine öğrenimi tekniklerinin potansiyelini araştırmaktadır. Veri seti, kalp hızı ve kan basıncı gibi temel fizyolojik verilerin yanı sıra, bir hapın yutulmasından önce, yutulmasından 4 saat sonra ve yutulmasından 7 saat sonra toplanan Görsel Analog Ölçekten (VAS) alınan öznel durum derecelendirmelerini içerir (Virginia Üniversitesi, 2023). Bu veri kaynaklarını birleştirerek, fizyolojik durumlar ve öznel uyanıklık hisleri arasındaki karmaşık ilişkiye dair anlayışımızı geliştirmeyi amaçlıyoruz. Uyanıklık durumlarını tahmin etmek için üç sınıflandırma modeli; Lojistik Regresyon, Rastgele Orman ve XGBoost geliştirildi ve değerlendirildi. XGBoost modelinin, %87.10 doğrulukla en iyi performansı sağladığı, yüksek duyarlılık (%97.44) ve orta düzeyde özgüllük (%69.57) gösterdiği bulundu. Random Forest modeli %82.26 doğruluk elde ederken, Lojistik Regresyon %85.48 doğruluk gösterdi. McNemar'ın testi, XGBoost'un temel modellere kıyasla üstünlüğünü doğruladı. XGBoost modelinden özellik önem analizi, "Serseri.Keskin", "Hoşnutsuzluk.İçerik" ve "Gergin.Rahat" gibi özellikler de dahil olmak üzere tahminlere katkıda bulunan temel faktörleri ortaya koydu. Bu sonuçlar, uyanıklığı anlamada fizyolojik ve öznel verileri birleştirmenin değerini vurgular ve öznel deneyim ölçümlerinin, özellikle dinamik deneysel ortamlarda uyanıklığı tahmin etmede kritik olduğunu öne sürer (Gao ve Wang, 2017; Figueiro ve Rea, 2017). Bu çalışmanın bulguları, uyanıklığın gerçek zamanlı izlenmesi için önemli çıkarımlara sahiptir ve bu, klinik izleme, bilişsel performans testi ve uyanıklığın bir endişe kaynağı olduğu güvenlik açısından kritik görevler dahil olmak üzere çeşitli uygulamalı ortamlarda yararlı olabilir. Bu alanda makine öğreniminin kullanımı, yorgunlukla ilgili riskleri azaltmak için daha doğru ve zamanında müdahaleler için fırsatlar sağlar (Kim ve Lee, 2019).

Anahtar kelimeler: Uyanıklık tahmini, makine öğrenimi, fizyolojik veri, xgboost, uykululuk.

Abstract

This study investigates the potential of machine learning techniques to predict alertness states (Sleepy vs. Alert) in individuals based on physiological measurements and subjective experiences, gathered at multiple time points during an experimental session. The dataset includes key physiological data such as heart rate and blood pressure, along with subjective state ratings from a Visual Analogue Scale (VAS), collected before ingestion of a pill, 4 hours post-ingestion, and 7 hours post-ingestion (University of Virginia, 2023). By combining these data sources, we aim to enhance our understanding of the complex relationship between physiological states and subjective feelings of alertness.Three classification models; Logistic Regression, Random Forest, and XGBoost were developed and evaluated to predict alertness states. The XGBoost model was found to provide the best performance, with an accuracy of 87.10%, demonstrating high sensitivity (97.44%) and moderate specificity (69.57%). The Random Forest model achieved 82.26% accuracy, while Logistic Regression showed 85.48% accuracy. McNemar's test confirmed the superiority of XGBoost in comparison to the baseline models.Feature importance analysis from the XGBoost model revealed key factors contributing to predictions, including features such as "Groggy.Sharp", "Discontent.Content", and "Tensed.Relaxed". These results underscore the value of combining physiological and subjective data in understanding alertness and suggest that subjective experience metrics are critical to predicting alertness, especially in dynamic experimental environments (Gao & Wang, 2017; Figueiro & Rea, 2017). The findings of this study have important implications for real-time monitoring of alertness, which can be useful in various applied settings, including clinical monitoring, cognitive performance testing, and safety-critical tasks where alertness is a concern. The use of machine learning in this domain provides opportunities for more accurate and timely interventions to mitigate fatigue-related risks (Kim & Lee, 2019).

Keywords: Alertness prediction, machine learning, physiological data, xgboost, sleepiness.

References

- Gao, X., & Wang, H. 2017. “Predicting alertness using physiological data”, *Journal of Sleep Research*, 26(5), 512–519. https://doi.org/10.1111/jsr.12567
- Kim, J. Y., & Lee, D. 2019. “Machine learning in assessing subjective states of alertness”, *Psychophysiology*, 56(8), e13335. https://doi.org/10.1111/psyp.13335
- Figueiro, M. G., & Rea, M. S. 2017. “Non-visual effects of light on alertness and cognition”, *Environmental Health Perspectives*, 125(8), 685–692. https://doi.org/10.1289/EHP602
- University of Virginia. “Physiological and Subjective Experience Data”. Figshare. https://doi.org/10.6084/m9.figshare.24624318. Son erişim tarihi: 14/04/2025.

IMAGE PROCESSING AND DEEP LEARNING METHODS IN THE DIAGNOSIS OF LUNG AND COLON CANCERS

AKCİĞER VE KOLON KANSERLERİNİN TEŞHİSİNDE GÖRÜNTÜ İŞLEME VE DERİN ÖĞRENME YÖNTEMLERİ

Sümeyye ÖZKAN [1], Kadir SABANCI [2]

[1]Yüksek lisans öğrencisi, https://orcid.org/0000-0003-3721-5710

[2]Doçent, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, https://orcid.org/0000-0003-0238-9606

Özet

Son yıllarda, kanser gibi ölümcül hastalıkların erken teşhisi, tıp alanında büyük önem taşımaktadır. Özellikle akciğer ve kolon kanseri gibi hastalıkların erken evrede tespiti, tedavi süreçlerini kolaylaştırmakta ve hastaların yaşam kalitesini artırmaktadır. Derin öğrenme ve görüntü işleme tekniklerinin birleşimi, histopatolojik görüntüler üzerinden kanserli hücrelerin tespitinde etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışmada, açık kaynak olan LC25000 isimli veri seti kullanılarak akciğer ve kolon kanseri histopatolojik görüntülerinin sınıflandırılması amaçlanmıştır. Veri seti; kötü huylu kolon dokusu, iyi huylu kolon dokusu, kötü huylu akciğer dokusu, kötü huylu yassı akciğer dokusu ve iyi huylu akciğer dokusu olmak üzere beş sınıftan oluşmakta ve her bir sınıf 5000 görüntü içermektedir. Toplamda 25.000 görüntü içeren bu veri seti, Google Colab platformunda test edilmiş ve çeşitli derin öğrenme modelleri ile eğitilmiştir. Sınıflandırma işlemi için MobileNet, Xception, DenseNet121, InceptionV3, ResNet152V2 gibi güncel ve yaygın olarak kullanılan derin öğrenme modelleri kullanılmıştır. En yüksek sınıflandırma doğruluğu %98,8839 ile MobileNet modeli kullanılarak elde edilmiştir. Xception, DenseNet121, InceptionV3 ve ResNet152V2 ile elde edilen doğruluk oranları sırasıyla %95,9106, %98,4056, %95,4005 ve %94,3443 olarak elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar MobileNet modelinin kanserli hücre tespitinde etkili bir araç olduğunu göstermektedir. Bu çalışma, tıp ve sağlık alanlarında erken teşhis süreçlerini desteklemek amacıyla derin öğrenme tekniklerinin etkinliğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, geliştirilen modellerin klinik uygulamalarda güvenilir ve pratik çözümler sunduğu düşünülmektedir. Gelecekte, bu tür modellerin daha geniş veri setleri ve farklı kanser türleri üzerinde test edilerek genel performanslarının artırılması hedeflenmektedir.

Anahtar kelimeler: Derin öğrenme, görüntü işleme, kanserde erken teşhis, LC25000

Abstract

In recent years, early diagnosis of fatal diseases such as cancer has become of great importance in the field of medicine. Especially early detection of diseases such as lung and colon cancer facilitates treatment processes and increases the quality of life of patients. The combination of deep learning and image processing techniques stands out as an effective method in detecting cancerous cells from histopathological images. In this study, it is aimed to classify lung and colon cancer histopathological images using the open source dataset named LC25000. The dataset consists of five classes as malignant colon tissue, benign colon tissue, malignant lung tissue, malignant squamous lung tissue and benign lung tissue, and each class contains 5000 images. This dataset, which contains a total of 25,000 images, was tested on the Google Colab

platform and trained with various deep learning models. Current and widely used deep learning models such as MobileNet, Xception, DenseNet121, InceptionV3, ResNet152V2 were used for the classification process. The highest classification accuracy of 98,8839% was obtained using the MobileNet model. The accuracies obtained with Xception, DenseNet121, InceptionV3 and ResNet152V2 were 95,9106%, 98,4056%, 95,4005% and 94,3443%, respectively. The results obtained show that the MobileNet model is an effective tool in cancer cell detection. This study demonstrates the effectiveness of deep learning techniques in order to support early diagnosis processes in the fields of medicine and health. In addition, it is thought that the developed models provide reliable and practical solutions in clinical applications. In the future, it is aimed to increase the overall performance of such models by testing them on larger data sets and different cancer types.

Keywords: Deep learning, image processing, early cancer detection, LC25000

1. GİRİŞ

Kanser vücuttaki bazı hücrelerin kontrolsüz bir şekilde büyüyen ve vücudun diğer bölgelerine yayılan bir hastalıktır. Kanser, insan vücudunda her yerden başlayabilme potansiyeline sahiptir. İnsan hücreleri, yeni hücreler oluşturmak için büyür ve çoğalır. Hücreler yaşlanınca veya hasar görünce ölür ve onların yerine yeni hücreler oluşur. Bazen de düzgün şekilde çoğalma olayı bozulur; anormal artış veya hasarlı hücreler beklenmedik şekilde çoğalır. Bu hücreler, doku topakları olan tümörler oluşturabilir. Tümörler kanserli veya iyi huylu olmayabilir. 100'den fazla kanser türü vardır. Kanserler oluşan organa veya dokulara göre adlandırılır. Örneğin, akciğer kanseri akciğerde beyin kanseri ise beyinde başlar. Kanserler, epitel hücresi veya skuamöz hücre gibi onları oluşturan hücre tipine göre de tanımlanabilir [1].

Derin öğrenme, bilgisayarların insan bilişsel süreçlerini simüle edecek şekilde kapsamlı veri kümelerinden öğrenmelerini sağlayan bir makine öğrenmesi (ML) ve yapay zeka (AI) türüdür. Derin öğrenme modelleri sınıflandırma görevlerini yerine getirmek ve fotoğraf, metin, ses ve diğer veri türlerindeki kalıpları tanımak üzere öğretilebilir. Derin öğrenme ayrıca görüntüleri tanımlamak veya ses dosyalarını yazıya dökmek gibi normalde insan zekasına ihtiyaç duyan görevleri otomatikleştirmek için de kullanılır. İnsan beyinleri, bilgiyi öğrenmek için birlikte çalışan milyonlarca birbirine bağlı nörona sahipken, derin öğrenme birlikte çalışan birden fazla yazılım düğüm katmanından oluşturulmuş sinir ağlarını içerir. Derin öğrenme modelleri büyük bir etiketli veri kümesi ve sinir ağı mimarileri kullanılarak eğitilir [2].

Biswas ve ark. [3] yaptıkları çalışmada P-Net'i değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan üç standart derin CNN modeliyle karşılaştırmıştır: ResNet, DenseNet ve EfficientNet. P-Net, sırasıyla Beyin Tümörü MRI, Akciğer ve Kolon veri kümelerinde %99,2, %100 ve %100'lük sonuçlarını elde etmiştir. Bukhari ve ark. [4] çalışmasında CNN'nin üç çeşidi (ResNet18, ResNet34 ve ResNet50) kullanmıştır. En yüksek ResNet50'nin doğruluğu (%93,91) ve bunu her biri %93,04 doğrulukla ResNet34 ve ResNet18 takip etmiştir. Garg ve Garg [5], sekiz farklı Önceden eğitilmiş CNN modeli, VGG16, NASNetMobile, InceptionV3, InceptionResNetV2, ResNet50, Xception, MobileNet ve DenseNet169, LC25000 veri kümesinde eğitmiştir. Sonuçlar, sekiz modelin de %96 ile %100 doğruluk aralığında sonuçlar elde etmiştir. Ji ve ark. [6] yaptıkları çalışmada algoritma geliştirme, veri bölme, derin sinir ağı modeli seçimi, anında görüntü artırma, eğitim ve doğrulamayı içermektedir. Algoritmanın çekirdeği bir Swin Transform V2 modeliydi ve model performansını değerlendirmek için 5 katlı çapraz doğrulama kullanmıştır. Swin Transform V2 modeli, bu veri setinde tüm metriklerde 1 (100%) elde etmiştir. Kara [7] yaptığı çalışmada akciğer ve kolon hücre dokularının mikroskobik görüntülerinin olduğu güncel veri seti LC25000 ve NCT-CRC-HE-100K iki veri seti

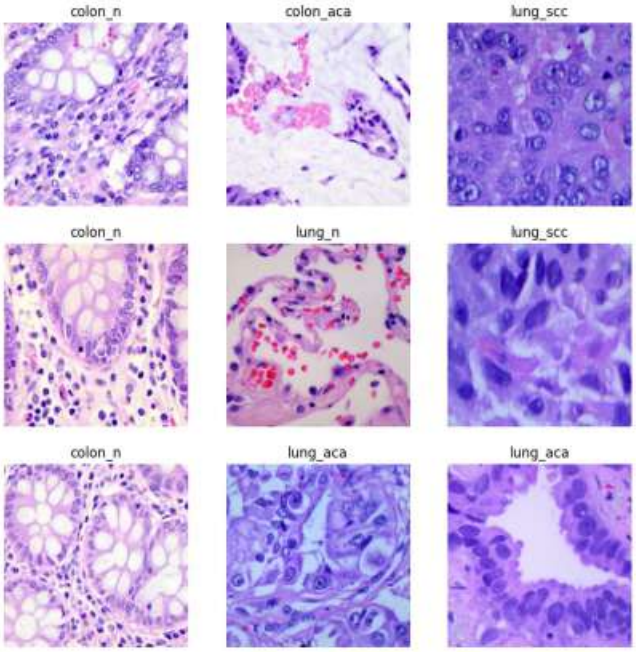
kullanılmıştır. Ayrıca LC25000 veri seti içerisindeki akciğer dokuları ile NCT-CRC-HE-100K veri setinin tamamı birleştirilerek üçüncü bir veri seti oluşturulmuştur. Histopatolojik görüntüler, EfficientNetB5, VGG16, ResNet101 modelleriyle eğitilmiştir. Bu çalışmada %99,08 başarı oranı elde etmiştir. Kumar A. ve ark. [8] çalışmasında akciğer kanserinin dünya çapındaki etkilerini ve erken tespitini ve tanısını araştırmaktadır. Çalışma, akciğer kanserini histopatolojik görüntülere göre sınıflandırmak için Vision Transformer (ViT) tabanlı modeli kapsamaktadır. Önerilen model, doku türlerinde değişikliklere sahip akciğer ve kolon kanseri histopatoloji görüntülerini içeren, kamuya açık bir veri tabanı olan LC25000 veri kümesi tarafından doğrulanmıştır. Önerilen yöntem, boyutu 16 × 16 olarak ayarlandığında %98,84'lük doğruluğa ulaşmıştır. Kumar N. ve ark. [9] DenseNet-121 ile çıkarılan derin özelliklere sahip RF sınıflandırıcı, akciğer ve kolon kanseri dokusunu veri setiyle %98,60 doğruluk ve geri çağırma, %98,63 hassasiyet, 0,985 F1 puanı sonuçlarını elde etmiştir. Mangal ve ark. [10] yaptıkları çalışmada histopatolojik sınıflandırmayı yapmak için sinir ağı mimarisi kullanılmıştır. Yaptıkları çalışmada akciğer ve kolon için ConvNet model ile %97,92 doğruluk oranı kaydetmiştir. Masud ve ark. [11] makalesinde beş tip akciğer ve kolon arasında ayrım yapmak için bir sınıflandırma çalışmasını içermektedir. Dokuların histopatolojik görüntülerini analiz edilmiştir. Edinilen sonuçlar, önerilen çerçevenin kanser dokularını maksimum %96,33 oranında tanımlayabildiğini göstermiştir. Mehmood ve ark. [12] yaptıkları çalışmada, eğitim ve doğrulama süreci için geniş bir akciğer ve kolon histopatoloji görüntüleri veri seti kullanılmıştır. Önceden eğitilmiş bir sinir ağı (AlexNet), veri kümesi üzerinde eğitmeden önce katmanlarının dördünü değiştirerek ayarlanmıştır. İlk sınıflandırma sonuçları, genel doğruluk oranı %89 olan bir sınıf dışında tüm görüntü sınıfları için başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Genel doğruluğu artırmak ve modeli hesaplama açısından verimli tutmak için, tüm veri setinde görüntü geliştirme tekniklerini uygulamak yerine, düşük performans gösteren sınıfın görüntülerinin kalitesi, oldukça basit ve verimli bir kontrast geliştirme tekniği uygulanarak iyileştirilmiştir. Önerilen uygulanma genel doğruluğu %89'dan %98,4'e yükseltmiştir. Ren ve ark. [13] çalışmasında, iki bileşenden oluşan UKSSL adı verilen temelde bilgi tabanlı yarı-denetimli bir çerçeveyi tanıtmaktadır. LC25000'de %98,9 precision(hassasiyet), Recall(geri çağırma), F1 skoru ve Accuracy(doğruluk) ve BCCD'de sırasıyla %94,3, %94,5, %94,3 ve %94,1 sonuçları elde edilmiştir. Talukder ve ark. [14] çalışmasında, derin öğrenme, özellik çıkarma ve topluluk öğrenimini yüksek performansla bütünleştirilmiştir. Kanser görüntü veri kümeleri için filtreleme yapılarak histopatolojik (LC25000) akciğer ve kolon kanseri veri kümeleri üzerinde değerlendirilmiştir. Çalışma, sırasıyla %99,05, %100 ve %99,30 doğruluk oranlarına sahiptir. Toğaçar [15] çalışmasında, yapay zeka destekli model ve optimizasyon yöntemleri kullanılmıştır. Akciğer ve kolon kanserlerinin histopatolojik görüntülerinin sınıflandırılması yapılmıştır. Önerilen yaklaşımla, görüntü sınıfları, derin öğrenme modellerinden biri olan DarkNet-19 modeli ile sıfırdan eğitilmiştir. Öğrenme modelleri DarkNet-19 modelinden çıkarılan öznitelik setinde verimsiz özniteliklerin seçimi yapılmıştır. Destek Vektör Makinesi (SVM) yöntemiyle sınıflandırılır. Sınıflandırma sürecinde elde edilen genel doğruluk oranı %99,69 elde etmiştir.

Bu çalışmada, akciğer ve kolon kanseri histopatolojik görüntülerinin otomatik ayrımında en etkili derin öğrenme yaklaşımını belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaçla, günümüzde yaygın olarak kullanılan CNN mimarileri tekniklerinden yararlanılmıştır. İlk olarak, açık kaynaklı LC25000 veri setinden beş sınıflı (iyi huylu kolon, kötü huylu kolon, iyi huylu akciğer, kötü huylu akciğer ve kötü (yassı) akciğer kanseri) bir veri kümesi oluşturulmuştur. Erken tanının tedavi başarısını doğrudan etkilediği göz önüne alınarak, MobileNet, DenseNet121, Xception, InceptionV3 ve ResNet152V2 modelleri Google Colab ortamında eğitilmiş ve doğruluk, duyarlılık, kesinlik ile F1 skoru kriterlerine göre karşılaştırılmıştır. Deneysel sonuçlar,

MobileNet tabanlı yöntemin en yüksek sınıflandırma başarısını (doğruluk %98,88, F1 skoru 0,9721) sunduğunu göstermiştir.

2. YÖNTEM

Derin öğrenme algoritmaları, bilgisayar modellerini başarılı bir şekilde eğitmek için büyük veri kümeleri gerektirir. Kullanılacak olan kanser verileri LC25000 olarak kısaltılan asıl adı Lung and Colon Cancer Histopathological Images isimli dosyanın içerisinde 25000 adet görsel veri mevcuttur. Halka açık veri seti olan akciğer ve kolon kanseri hücrelerinin görsellerini içermektedir [16]. Borkowski ve ark. [17] yaptıkları çalışma ile veri seti 5 sınıflı 25.000 histopatolojik görüntü içermektedir. Tüm görseller 768x768 piksel boyutunda ve jpeg dosya formatındadır. Veri kümesinde her bir sınıf 5.000 görüntü içeren beş sınıf vardır: Akciğer iyi, Akciğer kötü, Akciğer kötü (yassı hücre), Kolon kötü, Kolon iyi. Şekil 1'de veri seti örnek görüntüleri verilmiştir.

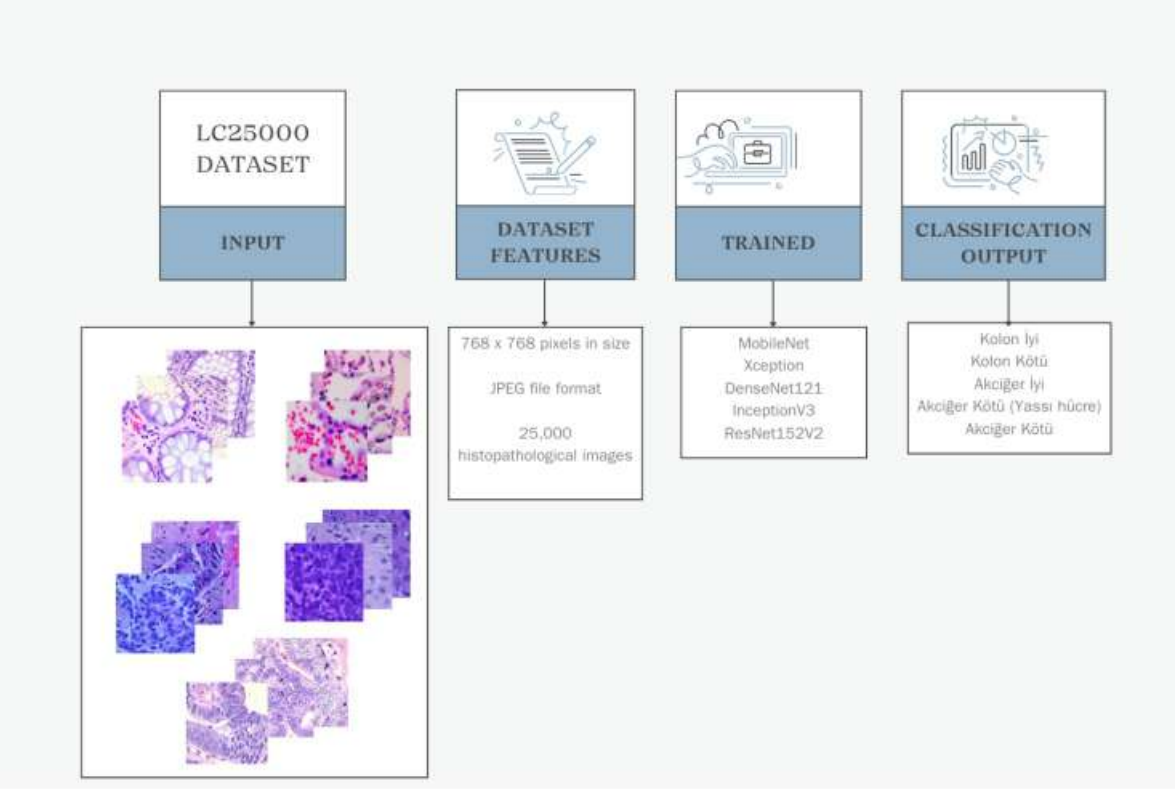


Şekil 1. Veri seti görüntü örnekleri

LC25000 veri seti yeterince veri olduğu için görüntü çoğaltma işlemine gerek duyulmamıştır. Bu görüntüler yüksek kapasitede çalışma özelliğine sahip Google Colab uygulamasında çalıştırılmıştır. Google Colab (Colaboratory) bulut tabanlı Python kodlama ortamıdır. Google Colab, Jupyter notebooklarının güçlü özelliklerini sunar ve bunların yanı sıra Google Cloud altyapısını kullanarak kolay bir şekilde GPU (Graphics Processing Unit, grafik işleme birimi) ve TPU hesaplama kaynaklarına erişim sağlar [18]. Python ekosisteminde yer alan Keras ve TensorFlow, açık kaynak lisansıyla yayımlanmış ve derin öğrenme alanında geniş kabul görmüş kütüphanelerdir. [19]. Veri setinde kolon kanseri ve akciğer kanseri hücrelerinin görselleri mevcuttur. Veri setinde 25000 resim olduğu için yeterli olduğundan dolayı resimler artırılmamıştır. Veri seti test ve eğitim için ayrıldı. Veri setindeki görüntülerin %72'i rastgele seçilerek modelin eğitimi için %20'si test için ve %8'i validasyon için kullanılmıştır. Google Colab'ta veri seti 100 Epoch ile eğitildi. Görsellerin botuyu(batch size) 32 olarak belirlendi. Öğrenme aralığı 0,001 seçildi. MobileNet, ResNet152V2, InceptionV3, DenseNet121 ve Xception modeli gibi çok bilinen ve çalışma performansı yüksek modeller denenmiştir.

MobileNet, TensorFlow'un ilk mobil bilgisayar görüşü modelidir. Google tarafından açık kaynaklı hale getirilen bir evrişimsel sinir ağı (CNN) sınıfıdır ve bu nedenle kompakt ancak performans açısından hızlı ve verimli sınıflandırıcıları eğitmek için mükemmel bir başlangıç noktası sağlar. MobileNet, düzenli evrişimlere ve ağlardaki aynı derinliğe sahip diğer ağlara kıyasla parametre sayısını önemli ölçüde azaltmak için derinlik bazında ayrılabilir evrişimler kullanır. Bu, hafif derin sinir ağlarıyla sonuçlanır [20]. Xception, InceptionV3'ün geliştirilmiş bir versiyonu olarak tasarlanmıştır. Bu mimarinin en ayırt edici özelliği, "depthwise separable" (derinlemesine ayrılabilen) konvolüsyon katmanları kullanarak hem hesaplama yükünü hem de parametre sayısını InceptionV3'e kıyasla önemli ölçüde azaltmasıdır. Model, 299×299×3 boyutundaki giriş görüntülerini kabul ederken, toplam katman derinliğini ve parametre sayısını sabit tutarak daha yüksek sınıflandırma doğruluğu elde etmektedir. Eğitim süresi donanım konfigürasyonuna bağlı olarak değişmekle birlikte, sunduğu üstün performans nedeniyle pek çok görüntü işleme uygulamasında tercih edilmektedir [21]. DenseNet-121, sınıflandırma ve segmentasyon gibi görüntü analizi görevleri için tasarlanmış bir konvolüsyonel sinir ağı mimarisidir. Bu modelin ayırt edici özelliği, her katmanın kendisinden önceki tüm katmanlardan gelen özellik haritalarını alması ve kendi özellik haritalarını kendisinden sonraki tüm katmanlara iletmesidir. Bu yoğun bağlantı düzeni, özelliklerin verimli bir şekilde yeniden kullanılmasını sağlar, kaybolan gradyan (vanishing-gradient) sorununu hafifletir ve benzer derinlikteki geleneksel CNN'lere kıyasla toplam parametre sayısını azaltır. Özellik haritalarını toplamak yerine birleştirmeyi (concatenate) tercih eden DenseNet-121, daha az parametreyle güçlü temsil kabiliyeti sunarak hesaplama ve bellek verimliliğini artırır [22]. InceptionV3, GoogleNet'in ileri bir versiyonu olarak geliştirilmiş 48 katmanlı bir konvolüsyonel sinir ağı mimarisidir. Model, ImageNet veri tabanındaki bir milyondan fazla görüntü üzerinde önceden eğitilmiş olup, 299×299×3 boyutlu girişleri işleyebilmektedir. Mimarinin parametrelerinin akıllıca bölünmesi ve optimize edilmiş hesaplama adımları sayesinde hesaplama yükü minimize edilirken yüksek sınıflandırma doğruluğu elde edilmektedir. Bu özellikleri, InceptionV3'ü hem performans hem de eğitim süresi açısından modern görüntü işleme projelerinde yaygın şekilde tercih edilen bir mimari haline getirmektedir [23]. ResNet152V2, derin konvolüsyonel sinir ağları (CNN) mimarileri arasında öne çıkan "Residual Network" ailesinin 152 katmanlıdır. V2 sürümünde, her bloktan önce Batch Normalization ve ReLU aktivasyonu uygulanır; bu sayede eğitim kararlılığı artar ve son derece derin mimarilerde bile daha iyi genelleme performansı elde edilir. ResNet152V2, 224×224×3 boyutundaki girişleri kabul eder, ImageNet üzerinde ön-eğitimli olarak sunulur ve sınıflandırma, özellik çıkarma veya transfer öğrenme gibi çok sayıda görsel görevde başarıyla kullanılmaktadır [24].

Bu çalışmada, açık kaynaklı LC25000 veri setinden elde edilen akciğer ve kolon histopatolojik görüntüleri beş sınıfa (iyi huylu kolon, kötü huylu kolon, iyi huylu akciğer, kötü huylu akciğer ve kötü(yassı) akciğer kanseri) ayrılarak derin öğrenme tabanlı bir sınıflandırma modeli geliştirilmiştir. 25000 görüntü ile çalışılmıştır. Görseller 768x768 boyutunda jpeg formatındadır. MobileNet, Xception, DenseNet121, InceptionV3 ve ResNet152V2 modelleri Google Colab ortamında eğitilmiştir. Çalışmanın blok diyagramı Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Çalışmaya ait Blok Diyagramı

3. BULGULAR

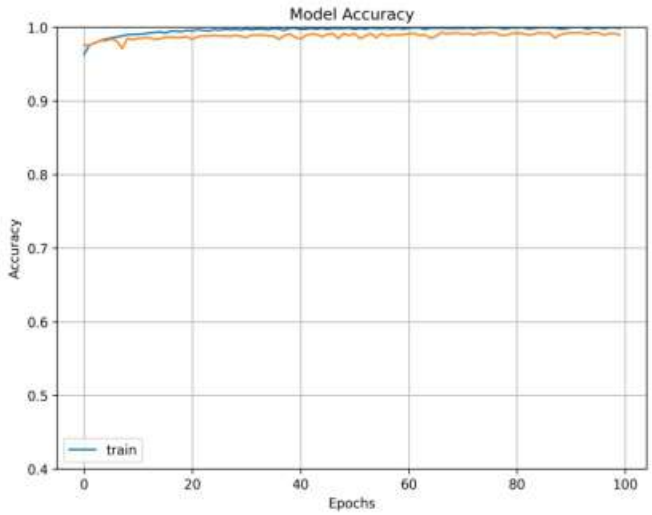
Bu çalışmada LC25000 veri seti; beş farklı derin öğrenme mimarisi olan MobileNet, Xception, DenseNet121, InceptionV3 ve ResNet152V2 ile sınıflandırılmıştır. Tablo 2'de farklı modellerin karşılaştırma tablosu yer almaktadır.

Tablo 2. Farklı derin öğrenme modellerine ait sonuçlar

	Accuracy(%)	Loss	Recall	Precision	F1 Score
MobileNet	98,88	0,0111	0,9722	0,9725	0,9721
Xception	95,91	0,0408	0,8978	0,903	0,8975
DenseNet121	98,40	0,0159	0,9601	0,9627	0,96
InceptionV3	95,40	0,0459	0,885	0,8506	0,8851
ResNet152V2	94,34	0,0590	0,8744	0,8565	0,8720

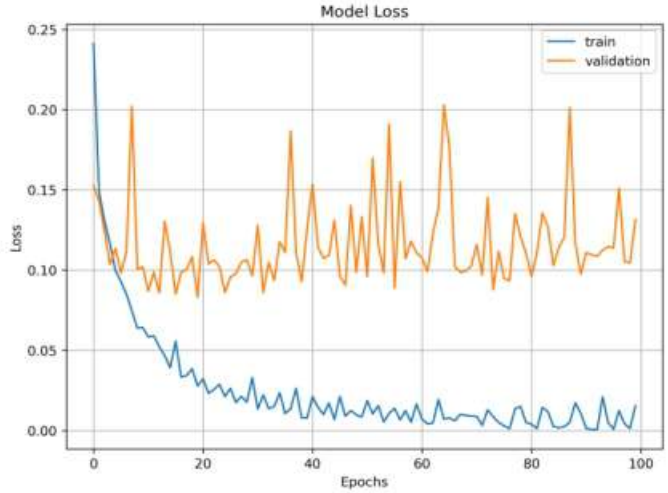
Tablo 2'de 5 sınıflı 25.000 görüntüsü olan LC25000 veri seti, Google Colab ile beş modelin sınıflandırmasının sonuçları karşılaştırılmıştır. Bunlar MobileNet, Xception, DenseNet121, InceptionV3, ResNet152V2 modelleridir. Bu modellerin performansı yüksek olan mimarilerdir. Ayrıca farklı mimari avantajları ile her biri öne çıkan güncel ve yaygın modellerdir. Yeterli görüntü olduğu için aşırı öğrenme(over fitting) olmaması için görüntü çoğaltma yapılmamıştır. Birden fazla model denemek karşılaştırma açısından hangisinin

verimli olduğunu görmeyi sağlamıştır. Bu modeller arasında MobileNet %98,88 doğruluk ve 0,0111 kayıp değeriyle en iyi performansı sergileyerek en başarılı model olmuştur. MobileNet'ten sonra Xception %95,91 doğruluk ve 0,0408 kayıp değeri ile ikinci sırada yer almıştır. Diğer modeller ise sırasıyla DenseNet121'de %98,40 doğruluk (loss 0,0159), InceptionV3'te %95,40 doğruluk (loss 0,0459) ve ResNet152V2'de %94,34 doğruluk (loss 0,0590) değerleri göstermiştir. Recall değeri 0,9722, precision değeri 0,9725 ve F1 skorları 0,9721 ile MobileNet en yüksek değerleri elde etmiştir. DenseNet121 ise Recall 0,9601, precision değeri 0,9627 ve F1 skoru değeri ise 0,96 ile onu yakından takip etmiştir. Böylece MobileNet'in hem genel hem de sınıf bazlı metriklerde en dengeli ve yüksek başarıyı sunduğu anlaşılmaktadır. Böylece MobileNet diğer mimariler arasında en yüksek performans ile öne geçmiştir. Bu sonuçlara bakıldığında MobileNet, hem en yüksek doğruluğu hem de en düşük kaybı göstererek en dengeli model olarak öne çıkıyor. Bu sonuçlara göre elde edilen MobileNet modelinin doğruluk değeri grafiği Şekil 3'te verilmiştir.



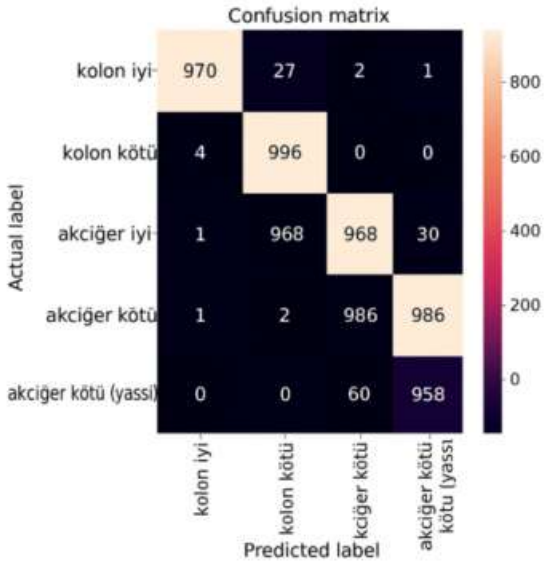
Şekil 3. MobileNet modelinin doğruluk değeri grafiği

Şekil 3'de, MobileNet modelinin eğitim ve doğrulama doğrulukları ilk 10 epoch'ta hızla %95'in üzerine çıkmış ve sonraki epoch'larda %98–99 aralığında sabit kalmıştır; eğitim ve doğrulama eğrilerinin birbirine çok yakın olması aşırı öğrenme yaşanmadığını göstermektedir.



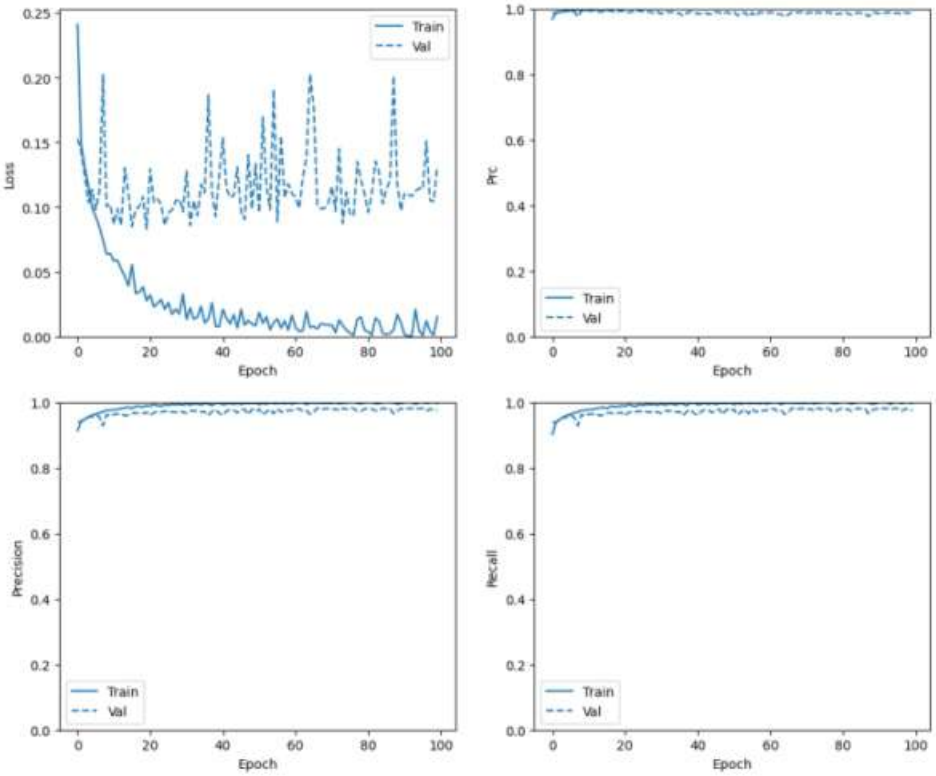
Şekil 4. MobileNet modelinin kayıp değeri grafiği

Şekil 4'te MobileNet modelinin kayıp değeri(model loss) grafiği verilmiştir. Grafik sonuçlarına göre MobileNet modeli ile başarılı sonuç elde edilmiştir.



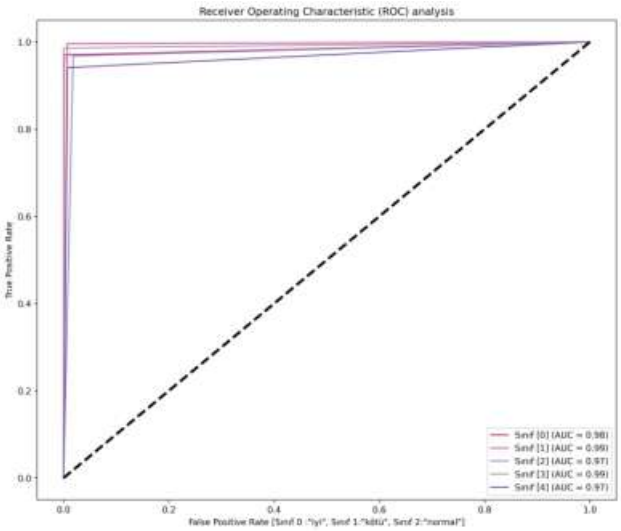
Şekil 5. MobileNet ile elde edilen karmaşıklık matrisi

Şekil 5'teki karışıklık matrisi, MobileNet modelinin beş doku sınıfını ne ölçüde doğru tahmin ettiğini göstermektedir. Tabloda tüm sınıflar için bu modelin genel olarak yüksek ayırt ediciliğe sahip olduğunu göstermektedir.



Şekil 6. MobileNet modelinin Loss, PRC, Precision, Recall eğrileri

Şekil 6'daki grafiklere göre MobileNet mimarisinin loss, PRC, precision, recall eğrileri verilmiştir. Grafikler incelendiğinde elde edilen sonuçların başarılı olduğu görülmektedir.



Şekil 7. MobileNet modelinin ROC eğrisi değerleri

Şekil 7'teki grafikte MobileNet modelinin tüm sınıflar için ROC eğrileri AUC değerleri 0,97–0,99 arasındadır. Bu da MobileNet modelinin her bir doku tipini çok iyi ayırt ettiğini ve başarılı bir model olduğunu göstermektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Son yıllarda tıp alanında birçok çalışmalar yapılmaktadır. Kanser hastalığı ölüm oranı çok yüksek bir hastalıktır. Bundan dolayı erken teşhis edilmesi ve hemen tedavi edilmesi büyük önem arz etmektedir. Bunun için yapılan çalışmalardan biri de görüntü işleme tekniği ve derin öğrenme teknikleri birlikte kullanılarak kanserli hücre görüntüleri işlenir. Böylece bu çalışmalar ile kanserli hücre tespiti amaçlanmıştır.

Bu çalışmada açık kaynak olan LC25000 isimli akciğer ve kolon kanseri iyi ve kötü huylu 25000 adet hücre görsellerinin olduğu veri seti kullanılmıştır. Bu veri seti Google Colab ile test edilip ve eğitilmiştir. Çalışmada en sık kullanılan ve en yüksek değerleri veren modeller ile çalışılmıştır. En iyi sonucun elde edildiği model MobileNet olmuştur. Accuracy(doğruluk) sonuçlarının arasında en yüksek değer %98,8839 bulunmuştur. Loss (kayıp) değerlerinin arasında en yüksek değer 0,059 bulunmuştur. Recall(geri çağırma) değerleri arasında en yüksek değer 0,9725 bulunmuştur. Precision(hassasiyet) sonuçları arasında en yüksek değer 0,9725 bulunmuştur. F1 skoru için en yüksek değer 0,9721 olarak bulunmuştur.

Sonuç olarak, açık kaynaklı LC25000 veri seti üzerinde beş önde gelen derin öğrenme mimarisinin karşılaştırmalı değerlendirmesi, MobileNet ve DenseNet121'in hem genel doğruluk hem de sınıf bazlı metriklerde üstün performans gösterdiğini ortaya koymuştur.

5. KAYNAKLAR

[1] National Cancer Institute. (n.d.). *What is cancer?* National Cancer Institute. Retrieved May 10, 2025, from https://www.cancer.gov/aboutcancer/understanding/what-is-cancer

[2] TechTarget. (n.d.). *Deep learning (deep neural network)*. SearchEnterpriseAI. Retrieved May 11, 2025, from https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/deep-learning-deep-neural-network

[3] Biswas, M., Sikdar, R., Sarkar, R., & Kundu, M. (2024).

A CNN model with pseudo dense layers: some case studies on medical image classification. *Network Modeling Analysis in Health Informatics and Bioinformatics*, *13*(1), 41.

[4] Bukhari, S. U. K., Syed, A., Bokhari, S. K. A., Hussain, S. S., Armaghan, S. U., & Shah, S. S. H. (2020). The histological diagnosis of colonic adenocarcinoma by applying partial self supervised learning. *MedRxiv*, 2020-08.

[5] Garg, S., & Garg, S. (2020, December). Prediction of lung and colon cancer through analysis of histopathological images by utilizing Pre-trained CNN models with visualization of class activation and saliency maps. In *Proceedings of the 2020 3rd Artificial Intelligence and Cloud Computing Conference* (pp. 38-45).

[6] Ji, J., Li, J., Zhang, W., Geng, Y., Dong, Y., Huang, J., & Hong, L. (2024). Automated Lung and Colon Cancer Classification Using Histopathological Images. *Biomedical Engineering and Computational Biology*, *15*, 11795972241271569.

[7] Kara, T. B. (2024). Akciğer ve Kolon Kanserinin Histopatolojik Görüntüler Üzerinde Derin Öğrenme Yöntemleri Kullanılarak Tespiti.

[8] Kumar, A., Mehta, R., Reddy, B. R., & Singh, K. K. (2024). Vision transformer based effective model for early detection and classification of Lung Cancer. *SN Computer Science*, *5*(7), 839.

[9] Kumar, N., Sharma, M., Singh, V. P., Madan, C., & Mehandia, S. (2022). An empirical study of handcrafted and dense feature extraction techniques for lung and colon cancer classification from histopathological images. *Biomedical Signal Processing and Control*, *75*, 103596.

[10] Mangal, S., Chaurasia, A., & Khajanchi, A. (2020). Convolution neural networks for diagnosing colon and lung cancer histopathological images. *arXiv preprint arXiv:2009.03878*.

[11] Masud, M., Sikder, N., Nahid, A. A., Bairagi, A. K., & AlZain, M. A. (2021). A machine learning approach to diagnosing lung and colon cancer using a deep learning-based classification framework. *Sensors*, *21*(3), 748.

[12] Mehmood, S., Ghazal, T. M., Khan, M. A., Zubair, M., Naseem, M. T., Faiz, T., & Ahmad, M. (2022). Malignancy detection in lung and colon histopathology images using transfer learning with class selective image processing. *IEEE Access*, *10*, 25657-25668.

[13] Ren, Z., Kong, X., Zhang, Y., & Wang, S. (2023). UKSSL: Underlying knowledge based semi-supervised learning for medical image classification. *IEEE Open Journal of Engineering in Medicine and Biology*, *5*, 459-466.

[14] Talukder, M. A., Islam, M. M., Uddin, M. A., Akhter, A., Hasan, K. F., & Moni, M. A. (2022). Machine learning-based lung and colon cancer detection using deep feature extraction and ensemble learning. *Expert Systems with Applications*, *205*, 117695.

[15] Toğaçar, M. (2021). Disease type detection in lung and colon cancer images using the complement approach of inefficient sets. *Computers in Biology and Medicine*, *137*, 104827.

[16] tampapath. (2020). *lung_colon_image_set* [Computer software]. GitHub. Retrieved May 10, 2025, from https://github.com/tampapath/lung_colon_image_set

[17] Borkowski, AA, Bui, MM, Thomas, LB, Wilson, CP, DeLand, LA ve Mastorides, SM (2019). Akciğer ve kolon kanseri histopatolojik görüntü veri seti (lc25000). *arXiv ön baskısı arXiv:1912.12142* .

[18] Dataquest. (2023). *Getting started with Google Colab for deep learning*. Retrieved May 10, 2025, from https://www.dataquest.io/blog/getting-started-with-google-colab-for-deep-learning/

[19] Batuhandaz. (2021). *Keras-TensorFlow ile derin öğrenme* [Blog post]. Medium. Retrieved May 10, 2025, from https://batuhandaz.medium.com/keras-tenserflow-deep-learning-4775816db64b

[20] Pujara, A. (2025, April 18). *Image classification with MobileNet*. Built In. Retrieved May 11, 2025, from https://builtin.com/machine-learning/mobilenet

[21] Chollet, F. (2017). Xception: Deep learning with depthwise separable convolutions. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 1251-1258).

[22] iamtapendu. (n.d.). *Introduction to DenseNet-121* [Kaggle Notebook]. Kaggle. Retrieved May 11, 2025, from https://www.kaggle.com/code/iamtapendu/introduction-to-densenet-121

[23] Szegedy, C., Vanhoucke, V., Ioffe, S., Shlens, J., & Wojna, Z. (2016). Rethinking the inception architecture for computer vision. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 2818-2826).

[24] Keras. (2019). *ResNet152V2* [Keras Application]. Retrieved May 11, 2025, from https://keras.io/api/applications/resnet/#resnet152v2-function

ANALYSIS OF SMART WATCH PREFERENCES BASED ON CUSTOMER SEGMENTATION: KANO AND MCDM INTEGRATION

AKILLI SAAT TERCİHLERİNİN MÜŞTERİ SEGMENTASYONUNA DAYALI ANALİZİ: KANO VE ÇKKV ENTEGRASYONU

Fatma SUNGUR CAN[1], Esra İLBAHAR[2]

[1]Matematik Mühendisi/Yüksek Lisans Öğrencisi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü/Makine Fakültesi/ Endüstri Mühendisliği

ORCID: 0009-0001-0903-7411

[2]Doktor Öğretim Üyesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi/ Endüstri Mühendisliği Bölümü, ORCID: 0000-0002-4917-0022

Özet

Küreselleşmenin artması ve teknolojik gelişmelerin günlük yaşamı dönüştürmesiyle birlikte, günümüz piyasasında işletmelerin karşılaştığı rekabet düzeyi de artmaktadır. Bir markanın sürdürülebilir başarıya ulaşması için artık sadece harika bir ürün veya hizmet sunması yeterli değildir. Tüketicilerin değişen ihtiyaçlarını öngörmek, beklentilerini anlamak ve onlara değer katmak rekabet avantajı elde etmenin temel yollarından biri haline gelmiştir. Bu süreçte müşteri memnuniyeti, sadece satış sonrası değerlendirme ölçütü olmaktan çıkıp, ürün ve hizmet tasarımının merkezi haline gelmiştir. Bir işletmenin varlığını sürdürebilmesi, tüketici beklentilerinin doğru analiz edilmesine ve bu doğrultuda stratejik adımlar atılmasına bağlıdır. Bu noktada müşteri beklentilerini sistematik olarak sınıflandırmaya yardımcı olan yöntemler günümüz iş dünyasında önemli bir yer tutmaktadır. Bu çalışmada, müşterilerin ihtiyaçları ve beklentilerinin tespit edilmesi amacıyla Kano modeli kullanılmıştır. Kano modeli kapsamında yapılan anket, ürün özelliklerinin derecelendirildiği soru çiftleriyle birlikte katılımcıların demografik özellikleri ve yaşam biçimleriyle ilgili sorulardan oluşmaktadır. Ankette akıllı saat tasarımlarında öne çıkan 24 farklı özellik değerlendirilmiş ve bu özelliklerden 18 tanesi katılımcılar tarafından heyecan verici olarak, 4 tanesinin beklenen özellik olarak değerlendirildiği ve 2 tanesinin ise nötr olarak görüldüğü tespit edilmiştir. Sonrasında, her bir özellik için Kano modelinin Timko yaklaşımı kullanılarak elde edilen memnuniyet ve memnuniyetsizlik katsayıları çok kriterli karar verme (ÇKKV) yaklaşımında girdi olarak kullanılmıştır. ÇKKV yaklaşımıyla beş farklı akıllı saat alternatifi 24 müşteri gereksinimi doğrultusunda değerlendirilmiştir. Analiz farklı müşteri segmentlerinin ankete verdiği cevaplar doğrultusunda ele alınmış ve müşteri gruplarının tercihleri arasında farklılık olup olmadığı incelenmiştir. Elde edilen bulgular, kullanıcıların akıllı saatlerde hangi niteliklere önem verdiğini daha açık bir şekilde ortaya koymuş ve ürün geliştirme süreçlerinde dikkate alınması gereken öncelikleri öne çıkarmıştır.

Anahtar kelimeler: Kano Modeli, Müşteri Memnuniyeti, Müşteri Odaklı Ürün Tasarımı

Abstract

With increasing globalization and technological developments transforming daily life, the level of competition faced by businesses in today's market is also increasing. For a brand to achieve

sustainable success, it is no longer enough to simply offer a great product or service. Anticipating the changing needs of consumers, understanding their expectations and adding value to them has become one of the main ways to gain competitive advantage. In this process, customer satisfaction is no longer just an after-sales evaluation criterion, but has become the center of product and service design. The survival of a business depends on analyzing consumer expectations correctly and taking strategic steps accordingly. At this point, methods that help systematically classify customer expectations have an important place in today's business world. In this study, the Kano model was used to determine the needs and expectations of customers. The survey conducted within the scope of the Kano model consists of pairs of questions about product features and questions about the demographics and lifestyles of the respondents. In the survey, 24 different features prominent in smartwatch designs were evaluated and it was determined that 18 of these features were considered as exciting by the participants, 4 were considered as expected features and 2 were seen as neutral. Then, the satisfaction and dissatisfaction coefficients obtained by using the Timko approach of the Kano model for each feature were used as input in the multi-criteria decision making (MCDM) approach. Five different smartwatch alternatives were evaluated in line with 24 customer requirements using a MCDM approach. The analysis is based on the responses of different customer segments to the questionnaire and it is examined whether there are differences between the preferences of customer groups. The findings revealed more clearly which attributes users attach importance to in smartwatches and highlighted the priorities that should be considered in product development processes.

Keywords: Kano Model, Customer Satisfaction, Customer-Oriented Product Design

A COMPARATIVE ANALYSIS OF META-LEARNING-BASED AND TRADITIONAL AUTOML APPROACHES IN HEALTHCARE APPLICATIONS

GELENEKSEL AUTOML'E KARŞI META-ÖĞRENME TABANLI AUTOML: SAĞLIK SEKTÖRÜNDE KARŞILAŞTIRMALI BİR ÇALIŞMA

Furkan DURMUŞ[1], Erdal KILIÇ[2]

[1]Yüksek Lisans Öğrencisi, Ondokuz Mayıs Ünversitesi, Bilgisayar Mühendisliği, ORCID: 0009-0006-3186-8322

[2]Prof.Dr., Ondokuz Mayıs Ünversitesi, Bilgisayar Mühendisliği,

ORCID: 0000-0003-1585-0991

Özet

Makine öğrenimi (ML), sağlık sektörü gibi yoğun veri barındıran alanlarda hastalık tespiti, kişiselleştirilmiş tedavi ve ilaç belirleme gibi önemli uygulamalara sahiptir. Karmaşık tıbbi verilerden anlamlı sonuçlar çıkararak karar vermeyi kolaylaştıran ML, hayat kurtarıcı potansiyele sahip olsa da geleneksel ML algoritmalarının kullanımı, teknik uzmanlık gerektirir. Bu nedenle, teknik bilgi birikimi olmayan sağlık çalışanları için AutoML gibi çözümler önem kazanmaktadır. AutoML, veri ön işleme, özellik mühendisliği, model seçimi ve hiperparametre optimizasyonu dahil olmak üzere makine öğrenimi sürecinin tüm adımlarını otomatikleştirir. Ayrıca veriyi farklı makine öğrenimi modelleri üzerinde deneyerek en iyi performansı gösteren modeli belirler. Gerekli optimizasyonları da yaparak, kullanıcıdan ek bir çaba gerektirmeksizin, veri için en uygun modeli ve en verimli sonucu sunar. Böylece teknik uzmanlığı olmayan bireyler de ellerindeki veri ile AutoML sistemleri kullanarak kaliteli makine öğrenimi modellerini geliştirebilir. Fakat AutoML, verilere uygun algoritmaları değerlendirip en iyi performans verecek modeli belirlerken, farklı modeller ve parametreler arasında yapılan karşılaştırmalar, özellikle büyük veri setlerinde, hesaplama açısından maliyetli ve zaman alıcıdır. Bu sorunu çözmek için Meta-Öğrenme (Meta-Learning) yaklaşımı öne çıkmaktadır. Meta-Öğrenme, "öğrenmeyi öğrenmek" olarak tanımlanabilir ve önceki öğrenme deneyimlerinden kazanılan bilgilerin yeni görevlere aktarılmasını sağlar. Bu çalışmada, geleneksel yöntemlerle tasarlanan bir AutoML yöntemi ile Meta-Learning ile tasarlanan AutoML yöntemi, birebir aynı sağlık veri seti ile eğitilmiştir. Her iki yöntemde de Transfer Learning kullanılmış olup, Meta-Learning tabanlı modelde, yaklaşık %70 oranında zaman tasarrufu ve yaklaşık %5 oranında performans iyileşmesi gözlemlenmiştir. Bu başarının ardında, meta-öğrenme modelinin önceki veri setlerinden edindiği bilgiyi yeni veri setine uygulayarak, hızlı ve etkili model seçimi yapabilmesi yatmaktadır. Özellikle hızlı ve doğru kararların hayati önem taşıdığı sağlık alanında, bu zaman ve performans avantajı kritiktir ve sürdürülebilir bir çözüm sunmaktadır. Sonuç olarak, meta-öğrenme tabanlı AutoML sistemleri, sağlık verileri üzerinde yapılan çalışmalarda geleneksel AutoML'e kıyasla önemli ölçüde zaman tasarrufu ve performans artışı sağlayarak, teknik uzmanlık gerektirmeyen, hızlı ve etkili çözümler sunmaktadır. Bu da özellikle kritik sağlık kararlarının hızlı ve doğru bir şekilde alınmasının hayati önem taşıdığı durumlarda, meta-öğrenmenin sürdürülebilir ve değerli bir yaklaşım olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Makine Öğrenimi, AutoML, Meta-Öğrenme, Transfer Öğrenmesi

Abstract

Machine Learning (ML) has significant applications in data-intensive fields such as healthcare, including disease diagnosis, personalized treatment, and drug discovery. By extracting meaningful insights from complex medical data, ML facilitates decision-making processes and holds life-saving potential. However, the effective utilization of traditional ML algorithms often requires substantial technical expertise. Consequently, solutions such as Automated Machine Learning (AutoML) have gained prominence for healthcare professionals lacking such technical backgrounds. AutoML automates all stages of the ML pipeline—including data preprocessing, feature engineering, model selection, and hyperparameter optimization. It evaluates the input data across various machine learning models to identify the one yielding the best performance. By conducting necessary optimizations, AutoML can provide the most appropriate and efficient model for a given dataset without requiring additional effort from the user. This enables individuals without technical expertise to develop high-quality ML models using their own data. Nevertheless, the process of comparing multiple models and parameter combinations to identify the optimal algorithm—especially in large-scale datasets—can be computationally expensive and time-consuming. To address this limitation, the Meta-Learning approach has emerged as a promising solution. Meta-learning, often described as "learning to learn," facilitates the transfer of knowledge obtained from previous learning tasks to new, related tasks. In this study, a traditional AutoML system and a Meta-Learning-based AutoML system were both trained using the same healthcare dataset. Transfer Learning was employed in both methods. The Meta-Learning-based approach demonstrated approximately 70% time savings and around 5% improvement in performance. This success is attributed to the meta-learner's ability to leverage prior knowledge from previous datasets to perform fast and efficient model selection on new data. In healthcare—where rapid and accurate decision-making is critical—these gains in time and performance are particularly valuable and contribute to a more sustainable solution. In conclusion, Meta-Learning-based AutoML systems offer significant improvements in both efficiency and predictive performance compared to traditional AutoML methods, providing accessible, rapid, and effective tools for healthcare applications that do not require extensive technical expertise. This demonstrates that Meta-Learning is a valuable and sustainable approach, particularly in scenarios where timely and precise medical decisions are of utmost importance.

Keywords: Machine Learning, AutoML, Meta-Learning, Transfer Learning

GREEN SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF GOLD NANOPARTICLES USING PLANT EXTRACTS OBTAINED THROUGH SUPERCRITICAL CO_2 EXTRACTION

SÜPERKRİTİK CO2 EKSTRAKSİYONU İLE ELDE EDİLEN EKSTRAKTLARDAN YEŞİL SENTEZ YOLUYLA ALTIN NANOPARÇACIKLARIN ÜRETİMİ VE KARAKTERİZASYONU

Hüseyin ŞAKALAK[1]

[1]Dr. Öğretim Üyesi, KTO Karatay Üniversitesi, Mekatronik Programı,

0000-0001-8398-3636

Özet

Altın nanoparçacıklar (AuNP'ler), benzersiz fiziksel ve kimyasal özellikleri nedeniyle birçok alanda büyük bir ilgi görmektedir. Bu nanoparçacıkların sentezinde kullanılan yöntemler, genellikle kimyasal ve yeşil sentez olarak iki ana kategoriye ayrılmaktadır. Kimyasal sentez yöntemleri, genellikle toksik kimyasalların kullanılması ve çevresel etkileri nedeniyle eleştirilirken, yeşil sentez yöntemleri daha çevre dostu ve sürdürülebilir alternatifler sunmaktadır. Kimyasal sentez yöntemleri, altın nanoparçacıkların üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Altın nanoparçacıklarının kimyasal indirgeme yöntemleriyle sentezlerinde genellikle yüksek verimlilik sağlanmaktadır. Ancak bu yöntemlerin çevresel etkileri ve toksik kimyasalların kullanımı, bu süreçlerin sürdürülebilirliğini sorgulatmaktadır. Kimyasal indirgeme yöntemleri, genellikle NaBH4 gibi zararlı kimyasalların kullanımını gerektirir. Bu durum, araştırmacıları daha çevre dostu alternatifler aramaya yönlendirmiştir. Yeşil sentez yöntemleri, bitki özleri, mikroorganizmalar ve diğer biyolojik kaynaklar kullanarak nanoparçacıkların üretimini hedeflemektedir. Yeşil sentez yöntemlerinin avantajları, çevresel etkilerinin azaltılması ve daha az zararlı kimyasal kullanımı ile sınırlı değildir. Örneğin Artemisia absinthium bitkisi kullanılarak altın nanoparçacıklarının hızlı ve çevre dostu bir yöntemle sentezleri gerçekleştirilmiştir. Bitki özleri ise maserasyon ve süperkritik ekstraksiyon yöntemeri gibi farklı tekniklerde elde edilebilmektedir.

Bu çalışmada farklı bitkilerin süperkritik CO2 esktraksiyon yöntemiyle ekstraktları elde edilmiş ve bu ekstraktlar kullanılarak altın nanoparçacıkların sentezleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen altın nanoparçacıkların SEM, FTIR, DLS gibi analizleri yapılarak karakterize edilmiştir. Ayrıca kimyasal sentez yöntemiyle de altın nanoparçacıklar sentezlenmiş ve her iki yöntem kıyaslanmıştır. Elde edilen bulgular ışığında yeşil sentezin önemi vurgulanmıştır.

Anahtar kelimeler: Süperkritik CO2 ekstraksiyonu, altın nanoparçacık, yeşil sentez, bitkisel ekstrakt

Abstract

Gold nanoparticles (AuNPs) have attracted significant attention in various fields due to their unique physical and chemical properties. The methods used in the synthesis of these nanoparticles are generally divided into two main categories: chemical synthesis and green synthesis. While chemical synthesis methods are often criticized for the use of toxic chemicals

and their environmental impact, green synthesis methods offer more eco-friendly and sustainable alternatives. Chemical synthesis methods are widely used in the production of gold nanoparticles and typically provide high efficiency through chemical reduction techniques. However, the environmental effects and the use of toxic chemicals in these methods raise concerns about their sustainability. Chemical reduction methods usually require the use of harmful chemicals such as $NaBH_4$. This situation has led researchers to seek more environmentally friendly alternatives. Green synthesis methods aim to produce nanoparticles using plant extracts, microorganisms, and other biological sources. The advantages of green synthesis go beyond reducing environmental impacts and using fewer harmful chemicals. For example, gold nanoparticles have been synthesized rapidly and in an environmentally friendly manner using the plant Artemisia absinthium. Plant extracts can be obtained using different techniques such as maceration and supercritical extraction.

In this study, extracts from various plants were obtained using the supercritical CO_2 extraction method, and gold nanoparticles were synthesized using these extracts. The synthesized gold nanoparticles were characterized using analyses such as SEM, FTIR, and DLS. Additionally, gold nanoparticles were also synthesized using the chemical synthesis method, and both methods were compared. In light of the findings, the importance of green synthesis was emphasized.

Keywords: Supercritical CO2 extraction, gold nanoparticle, green synthesis, plant extract

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF AGGREGATE GRANULOMETRY ON MECHANICAL STRENGTH OF CONCRETE

AGREGA GRANÜLOMETRİSİNİN BETONLARIN MEKANİK DAYANIMLARINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Ahmet AKKAYA[1], İsmail Hakkı ÇAĞATAY[2]

[1]Arş. Gör. Dr., Çukurova Üniversitesi İnşaat Müh. Böl., Yapı Malzemeleri, https://orcid.org/0000-0001-8639-5709

[2]Prof. Dr., Çukurova Üniversitesi İnşaat Müh. Böl., Yapı Malzemeleri, https://orcid.org/0000-0001-5182-776X

Özet

Agrega, betonun olmazsa olmaz 3 bileşeninden bir tanesidir. Agrega gradasyonu betonların mühendislik özelliklerini etkileyen parametrelerdendir. Bu çalışmada 3 farklı granülometride kırmataş agrega kullanılarak 3 farklı işlenebilirlik seviyesinde toplamda 9 farklı karışım üretilmiştir. Söz konusu beton karışımları ile üretilen silindir, küp ve eğilme kirişi numuneleri üzerinde basınç, eğilme ve yarmada çekme dayanımı deneyleri gerçekleştirilmiştir. Söz konusu deneylerin sonuçları üzerinde agrega gradasyonunun etkileri incelenmiştir. Sonuç olarak, çimento miktarı aynı olmasına rağmen agrega granülometrisindeki değişimle ortalama basınç dayanımı değerinin neredeyse iki katına, ortalama silindir yarma dayanımının da yaklaşık 1.5 katına çıkabileceği bulunmuştur. Su/çimento oranının azalmasıyla beton dayanımının artması olgusu ancak uygun bölgede yer alan granülometriye sahip karışımlarda gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Agrega gradasyonu, Beton dayanımı, Dolaylı çekme dayanımı, Beton eğilme dayanımı

Abstract

Aggregate is one of the 3 essential components of concrete. Aggregate gradation is one of the parameters affecting the engineering properties of concrete. In this study, a total of 9 different mixtures were produced at 3 different workability levels using crushed stone aggregates with 3 different granulometry. Compressive, flexural and splitting tensile strength tests were carried out on cylinder, cube and flexural beam samples produced with the subjected concrete mixtures. The effects of aggregate gradation on the results of the tests were examined. As a result, it was found that although the cement amount was the same, the average compressive strength could almost double and the average splitting tensile strength could reach approximately 1.5 times with the change in aggregate granulometry. The phenomenon of increasing concrete strength with decreasing water/cement ratio was observed only in mixtures with granulometry in the appropriate region.

Keywords: Aggregate gradation, Concrete strength, Indirect tensile strength, Flexural strength

1. GİRİŞ

Beton en yalın haliyle çimento, su ve agregadan oluşan bir yapı malzemesidir. Yüksek dayanım ve durabilite betonda en çok aranan özelliklerdendir. Dayanıklı betonarme yapı elemanları

üretmek için iyi sıkıştırılmış ve boşluksuz beton kullanılması önemlidir. Boşluksuz beton malzeme elde etmek için uygun gradasyona sahip agrega kullanmak oldukça önemlidir.

Gradasyon veya parçacık boyutu dağılımı betonun yoğunluk, boşluk içeriği, işlenebilirlik, segregasyon, dayanıklılık ile bazı diğer beton özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Betonun işlenebilirliği, granülometriyle önemli ölçüde değişmektedir. Yüksek boşluk içeriğine sahip karışımlar, belirli bir işlenebilirlik seviyesi için daha fazla çimento hamuruna ihtiyaç duymaktadır. Sonuç olarak, agrega boşluk içeriğini azaltmak, beton karışımlarının optimizasyonunun hedeflerinden biri olmalıdır (Quiroga and Fowler, 2004). Rangaraju ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada literatüre atıf yapılarak uygun agrega gradasyonunun sadece kolayca yerleştirilebilen işlenebilir beton karışımı elde etmede değil; aynı zamanda segregasyon potansiyeli, kusma, sürüklenmiş hava kaybı ve plastik rötre çatlağı potansiyeli gibi plastik beton ile alakalı problemleri de en aza indirmek için önemli olduğu bilgisine yer verilmiştir.

Temiz ve sağlam agregalarla yapılan tam olarak sıkıştırılmış betonun, dayanımı ile belirli koşullar altındaki betonun diğer istenen özellikleri, çimento veya bağlayıcı malzemelerin birimi başına kullanılan karışım suyu miktarı tarafından kontrol edilmektedir (Abrams 1918: Kosmatka ve Wilson, 2011' den). Su/çimento oranı arttıkça, beton içerisindeki boşluk miktarı artmakta ve daha düşük dayanım elde edilmektedir (Erdoğan, 2015). Kim ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada su/çimento oranının 0.45'den 0.60'a yükselmesiyle birlikte porozitenin ciddi anlamda arttığı, basınç dayanımı değerininse ilk değerin %75.6' sına düştüğü tespit edilmiştir. Beton karışımında kullanılan su/çimento oranı azaldıkça betonun dayanımı yükselmekte ve kılcal boşluk miktarı azalmaktadır. Az boşluklu betonun basınç dayanımının yüksek, diğer fiziksel özelliklerinin ise arzu edilen seviyelerde olduğu belirlenmiştir (Şimşek, 2004: Gök, 2010'dan). Artan basınç ve eğilme dayanımı, daha düşük geçirimlilik, artan durabilite, beton ve donatı arasında daha iyi aderans, azaltılmış kuruma rötresi ve çatlama, ıslanma ve kurumadan kaynaklanan daha az hacim değişikliği beton karışımında su miktarının azaltılması ile elde edilecek bazı avantajlardır (Kosmatka ve Wilson, 2011). Ancak, her zaman su/çimento oranının azalması dayanım artışı ile sonuçlanmamaktadır. Gereğinden daha az su kullanıldığı takdirde (çok düşük su/çimento oranında) betonun sıkıştırılabilirliği zorlaştığından ve içerisinde boşluklar kalacağından beton dayanımında düşüş gerçekleşmektedir (Erdoğan, 2015).

Bu çalışmada agrega granülometrisinin betonun mekanik dayanımı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu kapsamda 3 farklı granülometride ve benzer işlenebilirlik seviyelerinde toplam 9 farklı karışım üretilmiştir. Üretilen beton numuneleri üzerinde 28 günlük basınç, eğilme ve silindir yarma dayanımı deneyleri gerçekleştirilmiştir.

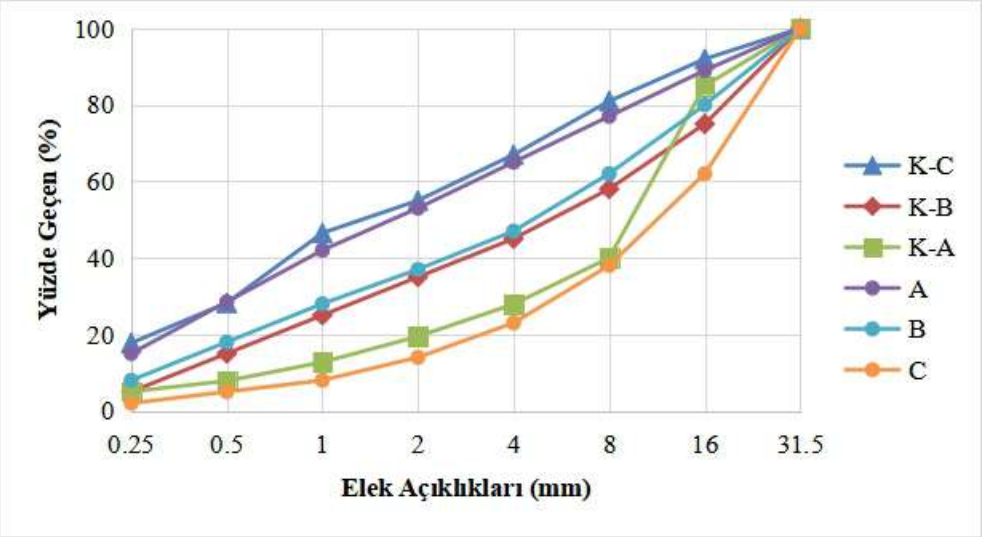
2. YÖNTEM

Çalışmada kırmataş agrega kullanılmıştır. Agregalar üzerinde sırasıyla elek analizi ve özgül ağırlık deneyleri gerçekleştirilmiştir. Kırmataş agregalara ait özgül ağırlık değerleri Tablo 1.'de yer almaktadır.

Tablo 1. Kırmataş agregalara ait özgül ağırlık değerleri

	İri Agrega	**Orta agrega**	**İnce Agrega**
Özgül ağırlık	2.67	2.67	2.66

Agrega granülometri eğrilerinin olabildiğince TS 802 (1985)' te TS 706' ya atıf yapılarak verilen ideal bölgeye yakın olması amaçlanmıştır. Kırmataş agregalara ait elek analizi deney sonuçları Şekil 1.'de görülmektedir.



Şekil 1. Kırmataş agregalara ait elek analizi deney sonuçları

Karışımlarda bağlayıcı olarak CEM I 42.5 R sınıfı çimento kullanılmıştır. Çimentoya ait fiziksel ve kimyasal özellikler Tablo 2.'de bulunmaktadır. Çalışma kapsamında üretilen betonlara ait karışım oranları Tablo 3.'te yer almaktadır. Karışımlara ait isimlendirmelerde agrega granülometri eğrileri, iri granülometriden ince granülometriye doğru sırasıyla A, B ve C harfleriyle gösterilirken; rakamlar su/çimento oranlarını temsil etmektedir.

Tablo 2. Çimentoya ait fiziksel ve kimyasal özellikler

	CEM I 42.5 R
Çözünmeyen Kalıntı (%)	0.31
Kızdırma Kaybı (%)	2.44
Özgül Ağırlık (gr/cm^3)	3.17
Özgül Yüzey (cm^2/gr)	3423

Tablo 3. Beton karışım oranları

	K-A-44	**K-A-47**	**K-A-49**	**K-B-44**	**K-B-55**	**K-B-58**	**K-C-50**	**K-C-57**	**K-C-63**
Çimento (kg/m^3)	350	350	350	350	350	350	350	350	350
Su (kg/m^3)	155	163	170	155	191.50	202	175	200	219
S/Ç	0.44	0.47	0.49	0.44	0.55	0.58	0.50	0.57	0.63

Çalışma kapsamında basınç dayanımı deneyleri TS EN 12390-3 (2003), eğilme dayanımı deneyleri TS EN 12390-5 (2002) ve silindir yarma dayanımı deneyleri TS EN 12390-6 (2002) standartları göz önüne alınarak yapılmıştır. Basınç dayanımı Formül 1.'de görülen eşitlikle, eğilme dayanımı Formül 2.'de görülen eşitlikle, silindir yarma dayanımı ise Formül 3.'te yer alan eşitlikle hesaplanmıştır. Eğilme dayanımı deneyinde kullanılan deney düzeneğinin şematik görseli Şekil 2' de bulunmaktadır.

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (1)$$

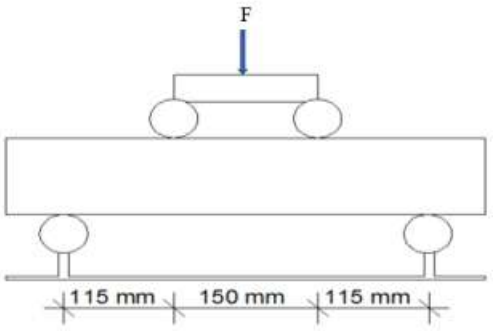
Formüldeki notasyonlar sırasıyla σ: Basınç dayanımı (MPa), P: Kırılma anında ulaşılan en büyük yük (N), A: Numune en kesit alanı (mm^2).

$$f = \frac{(F/2)x115}{[d1x(d2)^2]/6} \quad (2)$$

Formüldeki notasyonlar sırasıyla f: Eğilme dayanımı (MPa), F: En büyük yük (N), $d1$, $d2$: Numune en kesit boyutları (mm).

$$f_{st} = \frac{2xP}{\pi xDxL} \quad (3)$$

Formüldeki notasyonlar sırasıyla f_{st}: Yarmada çekme dayanımı (MPa), P: En büyük yük (N), D: Numunenin en kesit boyutu (mm), L: Numunenin yükleme parçasına temas çizgisi uzunluğu (mm).



Şekil 2. Eğilme dayanımı deneyi şematik görseli

3. BULGULAR

Üretilen numuneler 28 günlükken teste tabi tutulmuştur. K-A grubu beton karışımları kalıptan çıktığında boşluklu yüzey görünümüne sahip olmuştur. Bu durumun, kırmataş agregaların şekli ve dokusundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Özellikle K-A grubu karışımlar küp ve eğilme kirişi kalıplarına yerleştirilirken silindir numune kalıplarına göre daha çok efor sarf edilmiştir. Şekil 3' te K-A grubu karışımlara ait bir silindir numune görseli yer almaktadır.

Köşeli agregalar taze betonun akıcılığını düşürmektedir. Bu nedenle, belirli bir kıvama sahip yuvarlak agregalı betonun su ihtiyacı, aynı kıvamdaki kırmataş agregalı betonların su ihtiyacından daha azdır. Köşeli agregaların kullanıldığı betonlarda işlenebilirliği arttırmak için, daha çok ince agrega kullanılması gerekmektedir (Erdoğan, 2015).



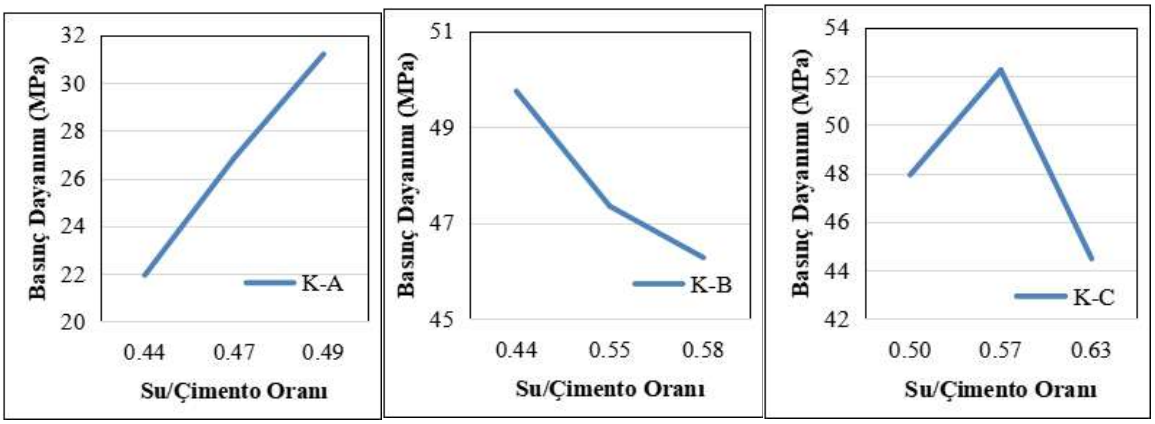
Şekil 3. K-A grubu karışımlarına ait numune yüzey görünümleri

Genel olarak agrega tane dağılımı uygun bölgede yer alan ve su/çimento oranı en düşük olan karışımın en yüksek dayanımı vermesi beklenmektedir. Ancak, silindir basınç dayanımı ve silindir yarma dayanımı deneyleri dışında diğer deneylerde bu sonuç elde edilememiştir. Deney sonuçları elde edilen değerlerin ortalamaları alınarak toplu halde Tablo 4.'te verilmiştir.

Tablo 4. Numunelere ait ortalama dayanım değerleri

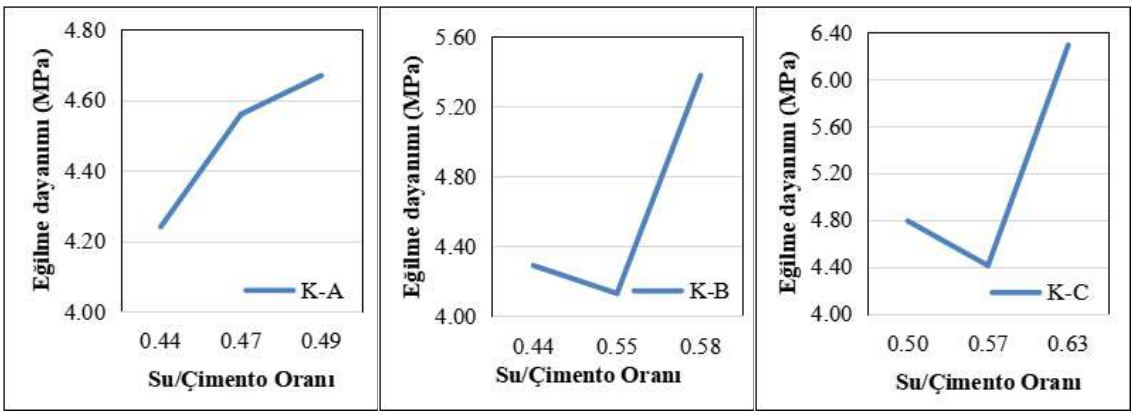
Karışım	**Küp numune basınç dayanımı (MPa)**	**Silindir numune basınç dayanımı (MPa)**	**Eğilme dayanımı (MPa)**	**Silindir yarma dayanımı (MPa)**
K-A-44	21,94	21.04	4.24	2.61
K-A-47	26,85	23.43	4.56	2.89
K-A-49	31,20	22.83	4.67	2.59
Ort. K-A	**26,66**	**22,43**	**4,49**	**2,70**
K-B-44	49.75	46.42	4.29	4.31
K-B-55	47.35	39.35	4.13	4.13
K-B-58	46.28	34.01	5.38	4.05
Ort. K-B	**47,79**	**39,93**	**4,60**	**4,16**
K-C-50	47.93	39.98	4.79	3.99
K-C-57	52.25	43.50	4.41	3.53
K-C-63	44.48	41.41	6.29	4.00
Ort. K-C	**48,22**	**41,63**	**5,16**	**3,84**

Genel olarak su/çimento oranının artmasıyla basınç dayanımının aynı granülometrili karışımlarda düşmesi beklenmektedir. Ancak, söz konusu sonuç sadece uygun bölge sınırı içerisindeki karışımlarda elde edilmiştir. Basınç dayanımı sonuçları incelendiğinde iri agregalı (K-A) karışımlarda su/çimento oranı düşük olduğunda yerleştirme zorluklarından dolayı optimum sıkışmanın gerçekleşmediği ve su/çimento oranı arttıkça dayanımın bu yüzden arttığı düşünülmektedir. İnce agregalı (K-C) karışımında da en yüksek dayanım yine en düşük su/çimento oranında gerçekleşmemiş olup su/çimento oranı 0.57' nin üzerine çıktığında basınç dayanımı düşüşe geçmiştir. Su/çimento oranlarına göre küp numune basınç dayanımı değişimleri Şekil 4' te yer almaktadır.



Şekil 4. Küp numune basınç dayanımlarının su/çimento oranlarına göre değişimleri

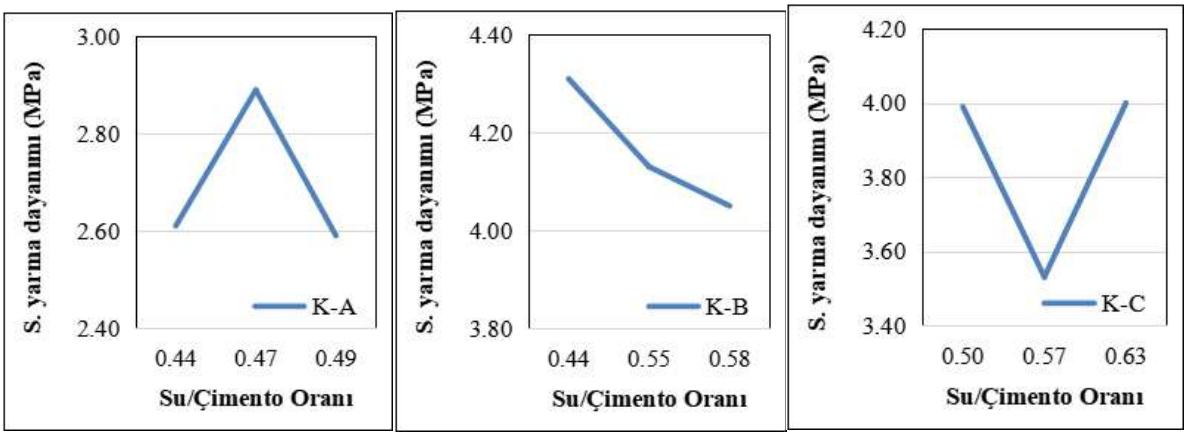
Eğilme dayanımı değerleri incelendiğinde tüm karışımlarda en yüksek eğilme dayanımı değerinin su/çimento oranı en yüksek olan karışımlarda çıktığı görülmektedir. K-C ve K-B grubu numunelerin eğilme dayanımı değerlerinin değişimi birbirlerine benzer çıkmıştır. En yüksek eğilme dayanımı değeri K-C-63 karışımına ait numunelerden elde edilmiştir. Şekil 5' te eğilme dayanımı değerlerinin farklı su/çimento oranlarına göre değişimleri yer almaktadır.



Şekil 5. Eğilme dayanımı değerlerinin su/çimento oranlarına göre değişimleri

Bu çalışma kapsamında uygun bölgedeki agrega granülometrisinde ortalama dayanımı en yüksek çıkan tek deney türü yarmada çekme dayanımı deneyi olmuştur. Silindir yarma dayanımı deneylerinde yalnızca uygun bölgede yer alan gradasyona sahip K-B grubu karışımlarında su/çimento oranı azaldıkça dayanım değerinde artış meydana gelmiştir. En

yüksek silindir yarma dayanımı değeri gradasyon eğrisi uygun bölgede yer alan (K-B grubu) ve su/çimento oranı en düşük olan karışımda elde edilmiştir. Şekil 6' da silindir yarma dayanımı değerlerinin su/çimento oranına göre değişimleri görülmektedir.



Şekil 6. Silindir yarma dayanımı değerlerinin su/çimento oranlarına göre değişimleri

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Kırmataş agregaların köşeli ve pürüzlü olması nedeniyle kalıptan çıkartılan K-A grubu numunelerin yüzeyleri boşluklu halde olmuştur. Ayrıca K-A grubu karışımlarda yerleştirme ve sıkıştırma işlemleri oldukça zahmetli olmuştur. Dayanım değerlerindeki uyumsuzlukların numunelerin yeterince yerleştirilememesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Basınç dayanımı testlerinde K-B grubu karışımlarda beklenildiği şekilde su/çimento oranının artmasıyla birlikte basınç dayanımında ve silindir yarma dayanımında düşüş gerçekleşmiştir. K-C grubu karışımlarda ise basınç dayanımı ve dolaylı çekme dayanımı deneylerinde su/çimento oranı arttıkça dayanımda sürekli düşüş gözlenmemiştir.

Sonuçlar incelendiğinde bağlayıcı miktarı aynı olmasına rağmen sadece granülometri eğrisinin kullanılabilir ve uygun bölge sınır eğrileri civarında değişimiyle birlikte beton mekanik dayanımında ciddi miktarda değişim meydana gelmiştir. Ortalama küp numune basınç dayanımında K-A grubu karışımlarından K-C grubu karışımlarına doğru granülometri eğrisi değiştirildiğinde basınç dayanımında % 81 civarında artış görülmüştür. Ortalama silindir numune basınç dayanımında K-A grubu karışımlarından K-C grubu karışımlarına doğru granülometri eğrisi değiştirildiğinde basınç dayanımında % 86 civarında artış görülmüştür.

Ortalama eğilme dayanımı değerlerinde ise yine K-A grubu karışımlardan K-C grubu karışımlara doğru granülometri inceldikçe ortalama dayanımda % 15 civarında artış gözlenmiştir.

Yarmada çekme dayanımı değerleri incelendiğinde ise en yüksek ortalama dayanım değeri K-B karışımında elde edilmiştir. En düşük ortalama dayanımla en yüksek ortalama dayanım arasında ise % 54 civarında dayanımda artış meydana gelmiştir.

Değişim miktarları göz önünde bulundurulacak olursa granülometri eğrisindeki değişimin basınç dayanımını daha çok etkilediği belirlenmiştir. Belirli bir agrega grubuyla olabilecek en yüksek dayanımlı beton karışımını elde etmek üzere agrega granülometri eğrisi seçimi yaparken uygun bölge dışında da deneme karışımları yapılması gerektiği çalışma kapsamında tespit edilmiştir.

5. KAYNAKLAR

Quiroga, P.N., Fowler, D.W., 2004. The Effects of Aggregates Characteristics on the Performance of Portland Cement Concrete, Report No. ICAR 104-1F, International Center for Aggregates Research, Sponsored by the Aggregates Foundation for Technology, Research and Education. 382 p.

Rangaraju, P.R., Balitsaris, M., Kizhakkumodom, H., 2013. Impact of Aggregate Gradation on Properties of Portland Cement Concrete, Report No. FHWA-SC-13-03, Department of Civil Engineering College of Engineering and Science Clemson University Clemson, South Carolina USA, Sponsored by South Carolina Department of Transportation, 102 p.

Kosmatka, S.H., Wilson, M.L., Design and Control of Concrete Mixtures, EB001, 15th edition, Portland Cement Association, Skokie, Illinois, USA, 2011, 460 p.

Kim, Y.Y., Lee, K.M., Bang, J.W., Kwon, S.J., Effect of W/C Ratio on Durability and Porosity in Cement Mortar with Constant Cement Amount, Advances in Materials Science and Engineering, Vol. 2014, Article ID 273460, 11 pages, 2014. https://doi.org/10.1155/2014/273460.

Gök, G., 2010. Değişik Geometrideki Betonların Basınç Dayanımlarının Çeşitli Su/Çimento Oranlarına ve Çimento Miktarlarına Göre İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 194 s.

Erdoğan, T.Y., 2015. Beton, ODTÜ Yayıncılık, 5. Baskı, Ankara, 757 s.

TS 802, Beton Karışımı Hesap Esasları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1985.

TS EN 12390-3, Beton- Sertleşmiş Beton Deneyleri- Bölüm 3: Deney Numunelerinde Basınç Dayanımının Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. 2003.

TS EN 12390-5, Beton- Sertleşmiş Beton Deneyleri- Bölüm 5: Deney Numunelerinin Eğilme Dayanımının Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. 2002.

TS EN 12390-6, Beton- Sertleşmiş Beton Deneyleri- Bölüm 6: Deney Numunelerinin Yarmada Çekme Dayanımının Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. 2002.

RESULTS OF RARE EARTH ELEMENT ADDITION TO Mg-Zn ALLOY
Mg-Zn ALAŞIMINA NADİR TOPRAK ELEMENTİ İLAVESİNİN SONUÇLARI

Halil Ahmet GÖREN[1], Mehmet ÜNAL[2]

[1]Dr. Öğr. Üyesi, Sinop Üniversitesi, MYO, Mekatronik Programı, Çalışma alanı: Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, (https://orcid.org/ 0000-0003-4455-4024)

[2]Prof Dr., Karabük Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, Çalışma alanı: Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, (https://orcid.org/ 0000-0003-3836-4566)

Özet

Hafifliği ile karakterize edilen Mg metali, mühendisler tarafından üzerinde çok çalışılan bir metaldir. Mg metali bazı zayıf özelliklerinden dolayı alaşımlandırılarak kullanılır. Bu zayıf özellikler alaşım elementlerinin ilavesi ile giderilmekte ve optimum özelliklerin elde edilmesi mümkün olmaktadır. Bu çalışmada Mg-Zn alaşımına La elementinin eklenmesinin etkileri araştırılmıştır. Zn, Mg alaşımlarının mukavemetini ve şekillendirilebilirliğini artıran bir elementtir. La nadir toprak elementli bir malzemedir ve Mg-Zn alaşımı üzerinde önemli bir etkisi olduğunu tespit ettik. Bu çalışmada, hafif nadir toprak elementi (RE) La, mekanik özelliklerini iyileştirmek için döküm Mg-2Zn alaşımına %0.5 oranında eklenmiştir. Biri sade Mg-2Zn ve diğeri La eklenmiş olmak üzere iki farklı alaşım dökülmüştür. Bu iki alaşım arasındaki mikroyapı ve mekanik özelliklerdeki farklılıklar incelenmiştir. Nadir toprak elementlerinin bu tür çalışmalarda kullanımı oldukça popülerdir. Alaşımların mikroyapısında önemli gelişmeler olmuştur. La ilavesi ile mekanik özelliklerin iyileştiği gözlemlenmiştir. Özellikle alaşımın sertliği önemli ölçüde artmıştır. Çekme mukavemeti de artmıştır. Bu araştırma halen geliştirme aşamasındadır ve ilave testler yapılmaktadır. Çalışmanın sonuçları, özellikle havacılık, otomotiv ve implant sektörlerinde kullanılan Mg alaşımlarının geliştirilmesine katkıda bulunacaktır. Ayrıca bilimsel literatüre de katkı sağlayacaktır. Mg alaşımları, mühendisler ve şirketler tarafından karbon ayak izlerini azaltmak için tercih edilen başlıca metaller arasında en hafif olanı olarak giderek önem kazanmaktadır. Giderek artan talep çalışmaların gelişimine hız kazandırmıştır.

Anahtar kelimeler: Mg, alaşım, Nadir toprak elementi, Mikroyapı

Abstract

Mg metal, which is characterised by its lightness, is a metal that is much studied by engineers. Mg metal is used by alloying due to some weak properties. These weak properties are eliminated by the addition of alloying elements and it is possible to achieve optimum properties. In this study we have investigated the effects of adding the element La to the Mg-Zn alloy. Zn is an element that improves the strength and formability of Mg alloys. La is a rare earth element material and we found that it has a significant effect on Mg-Zn alloy. In this study, the light rare earth element (RE) La was added to cast Mg-2Zn alloy at 0.5% to improve its mechanical properties. Two different alloys were cast, one plain Mg-2Zn and one with La added. The differences in microstructure and mechanical properties between these two alloys were investigated. The use of rare earth elements in such studies is very popular. There were significant improvements in the microstructure of the alloys. It was observed that the

mechanical properties were improved with the addition of La. In particular, the hardness of the alloy increased significantly. The tensile strength also increased. This research is still in the development stage and additional tests are being carried out. The results of the study will contribute to the development of Mg alloys used, particularly in the aerospace, automotive and implant sectors. It will also contribute to the scientific literature. Mg alloys are becoming increasingly important as the lightest of the major metals preferred by engineers and companies to reduce their carbon footprint. Increasing demand has accelerated the development of the works.

Keywords: Mg, alloy, Rare earth element, Microstructure

PROJECTED CHANGES OF PRECIPITATION IN GAZIANTEP BASED ON NEX-GDDP-CMIP6 MODELS

NEX-GDDP-CMIP6 MODELLERİNE GÖRE GAZİANTEP' TE YAĞIŞTA ÖNGÖRÜLEN DEĞİŞİKLİKLER

Muhammet YILMAZ[1]

[1]Dr.Öğr.Üyesi, Erzurum Teknik Üniversitesi, Hidrolik Anabilim Dalı,

ORCID ID: 0000-0002-9844-6654

Özet

Yağış, hidrolojik döngünün en önemli elemanlarından biridir ve yağıştaki değişiklikler doğrudan su kaynaklarını, ekosistemleri ve tarımı etkilemektedir. Geçmiş ve öngörülen iklim değişikliği altında yağıştaki değişkenliğin bilgisi, hidrolojinin birçok alanı için yararlı olabilmektedir. Bu nedenle, mevcut çalışmada, Gaziantep'te farklı iklim değişikliği senaryoları (SSP2-4.5 ve SSP5-8.5) altında tarihsel dönem (1991-2021) ve öngörülen dönemler (2030-2060 ve 2070-2100) boyunca yağışın zamansal dinamikleri analiz edilmiştir. NASA Earth Exchange Global Daily Downscaled Projections (NEX-GDDP) Birleştirilmiş Model Karşılaştırma Projesi Faz 6 (CMIP6) tarafından sağlanan altı yüksek çözünürlüklü Küresel İklim Modeli (GCM) ve bunların çoklu model topluluğundan (MME) gelen yağış verileri, yıllık, mevsimsel ve aylık zaman ölçeklerinde projeksiyon dönemi boyunca analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında yağıştaki eğilimleri ve değişim büyüklüğünü belirlemek için sırasıyla Mann-Kendall testi ve Sen'in eğim yöntemi kullanılmıştır. Sonuçlar, genel olarak 2030-2060 dönemi boyunca her iki senaryo altında da yaz mevsimi hariç tüm mevsimlerde ve yıllık ölçekte yağış verilerinde azalan bir eğilim olduğunu göstermiştir. Genel olarak 2070-2100 döneminde, SSP5-8.5 senaryosu altında yıllık ve mevsimsel ölçekte azalan eğilimler gözlenirken, SSP2-4.5 senaryosu altında artan eğilimler belirlenmiştir. Aylık ölçekte yapılan değerlendirme sonuçlarına göre bazı NEX-GDDP-CMIP6 modelleri, 2030-2060 ve 2070-2100 dönemleri için her iki senaryoda da ilkbahar ve yaz mevsimindeki aylarda tarihsel döneme göre yüzdelik artışlar saptamıştır. MME ile tarihsel dönem arasındaki karşılaştırma, her iki senaryoda da 2030-2060 döneminde Mart ayı hariç tüm aylarda ve dönemlerde yağış toplamlarında yüzdelik düşüşler olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak, bu çalışmanın bulguları, iklim değişikliği altında Gaziantep'teki yağış değişkenliğinin anlaşılmasına katkı sağlayarak araştırmacılar ve karar vericiler için değerli bilgiler sunabilir.

Anahtar kelimeler: Yağış, trend analizi, iklim değişikliği, Gaziantep

Abstract

Precipitation is one of the most important elements of the hydrological cycle, and changes in precipitation directly affect water resources, ecosystems and agriculture. Knowledge of variability in precipitation under past and projected climate change can be useful for many areas of hydrology. Therefore, the present study analyzed the temporal dynamics of precipitation during the historical period (1991–2021) and the projected periods (2030–2060 and 2070–2100) under different climate change scenarios (SSP2-4.5 and SSP5-8.5) in Gaziantep. Precipitation data from six high-resolution Global Climate Models (GCMs) and their Multi-Model Ensemble

(MME), provided by NASA Earth Exchange Global Daily Downscaled Projections (NEX-GDDP) Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6), were analyzed over the projection period at annual, seasonal, and monthly timescales. Within the scope of the study, Mann-Kendall test and Sen's slope method were used to determine the trends and magnitude of change in precipitation, respectively. The results generally showed that there is a decreasing trend in precipitation data under both scenarios across all seasons, except summer, as well as on an annual scale during the period 2030-2060. Overall, decreasing trends are observed for the annual and seasonal scale under the SSP5-8.5 scenario during the period 2070-2100, while increasing trends are determined under the SSP2-4.5 scenario. According to the evaluation results on a monthly scale, some NEX-GDDP-CMIP6 models have determined percentage increases in the months of spring and summer seasons compared to the historical period under both scenarios for the periods 2030-2060 and 2070-2100. The comparison between MME and the historical period showed that under both scenarios, there are percentage decreases in precipitation totals in all months and periods except March in the 2030-2060 period. Consequently, the findings of this study may provide valuable insights for researchers and decision-makers by contributing to the understanding of precipitation variability in Gaziantep under climate change.

Keywords: Precipitation, trend analysis, climate change, Gaziantep

AUTONOMOUS DETECTION OF PARKING VIOLATIONS AT PEDESTRIAN CROSSINGS: A STUDY ON ENHANCING URBAN TRANSPORTATION SAFETY USING YOLOv12

YAYA GEÇİTLERİNDE PARK İHLALLERİNİN OTONOM ALGILANMASI: YOLOv12 KULLANILARAK KENTSEL ULAŞIM GÜVENLİĞİNİN SAĞLANMASI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Kadir Diler ALEMDAR[1]

[1]Dr.Öğr.Üyesi, Erzurum Teknik Üniversitesi, Ulaştırma Anabilim Dalı,

ORCID ID: 0000-0002-8837-7640

Özet

Savunmasız yol kullanıcıları olan yayaların kentsel ulaşım sistemlerinde can ve mal güvenliğini sağlamak için yaya geçitleri oldukça kritik bir role sahiptir. Yaya geçitleri, yaşlı bireyler, çocuklar ve hareket kabiliyeti açısından kısıtlı kişiler gibi özel grupların güvenli bir şekilde ulaşım sistemine dahil olabilmesi için hayati derecede önemlidir. Ancak, yaya geçitlerine araçların park edilmesi, yayaların güvenliğini ciddi şekilde tehdit etmekte ve bu alanların etkinliğini azaltmaktadır. Geleneksel fiziki denetim yöntemleri, kaynak ve zaman yönetimi açısından bu tür ihlallerin önlenmesinde sınırlı kalabilmektedir. Bu çalışmada, yaya geçitlerine park eden araçların otonom bir şekilde tespit edilebilmesi amacıyla nesne tanıma algoritmalarından You Only Look Once (YOLO) kullanılmıştır. YOLOv12 yaklaşımı, kentsel bölgelerde toplanan veri setleri "normal durum" ve "yaya geçidi ihlali" olmak üzere iki sınıfa ayrılarak eğitilmiş ve test edilmiştir. Veri seti; 1658 eğitim (train) görüntüsü, 186 test görüntüsü ve 185 doğrulama (validation) görüntüsü olmak üzere toplam 2029 görüntüden oluşmaktadır. Eğitim ve test aşamalarında kullanılan performans metrikleri arasında doğruluk (accuracy), hassasiyet (precision), duyarlılık (recall) ve F1 skoru yer almaktadır. Modelin tespit doğruluğu sonuçları, ortalama doğruluk (mean Average Precision, mAP) performans metriğinin %60'ın üzerinde bir başarı gösterdiğini ortaya koymuştur. Çalışmanın bulguları, otonom yaya geçidi ihlal tespit sistemi sayesinde trafik denetim süreçlerindeki iş yükünün azaltılabileceğini ve sistem verimliliğinin artırılabileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Yaya geçidi, nesne tanıma, park ihlali tespiti, YOLO

Abstract

Pedestrian crossings play a critical role in ensuring the safety of vulnerable road users within urban transportation systems. These crossings are vitally important for enabling the safe integration of special groups—such as elderly individuals, children, and those with limited mobility—into the transportation network. However, the illegal parking of vehicles on pedestrian crossings seriously threatens pedestrian safety and diminishes the effectiveness of these critical zones. Traditional physical enforcement methods are often limited in preventing such violations due to constraints in resource and time management. In this study, the object detection algorithm You Only Look Once (YOLO) was utilized to autonomously detect

vehicles illegally parked on pedestrian crossings. YOLOv12 approach was trained and tested using datasets collected from urban areas, categorized into two classes: "normal condition" and "pedestrian crossing violation." The dataset comprises a total of 2029 images, including 1658 training images, 186 testing images, and 185 validation images. Performance metrics such as accuracy, precision, recall, and F1-score were used during the training and testing phases. The detection results demonstrated that the model achieved a mean Average Precision (mAP) exceeding 60%. The findings of this study indicate that the proposed autonomous pedestrian crossing violation detection system can significantly reduce the workload in traffic enforcement processes and enhance overall system efficiency.

Keywords: Pedestrian crossing, object detection, parking violation detection, YOLO

MORPHOLOGICAL ANOMALIES IN CERATOPOGONIDAE (DIPTERA: NEMATOCERA) SPECIES

CERATOPOGONIDAE (DİPTERA: NEMATOCERA) TÜRLERİNDE MORFOLOJİK ANOMALİLER

Fethi TURGUT [1]

[1]Dr. Öğr. Üyesi, Sinop Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Böcek

0000-0001-8107-9440

Özet

Ceratopogonidae (Diptera: Nematocera) familyasına ait sinekler "ısırıcı tatarcıklar" olarak bilinirler ve bazı cinsleri tıbbi ve veterinerlik açısından önem arz ederler. Küçük vücutlu olmaları nedeniyle insanlar tarafından pek fark edilmeyen bu sinekler, kozmopolit bir yayılışa sahiptirler. Teşhisleri çoğunlukla ışık mikroskobu altında morfolojik özelliklerinin incelenmesiyle yapılır. Bu amaçla disekte edilen örnek, lam-lamel arasına Canada balsamıyla yerleştirilir ve kalıcı preparatları hazırlanır. Bu çalışmada 2007-2017 yılları arasında Amasya, Çorum, Samsun, Tokat ve Sinop illerinden toplanan ve preparatları hazırlanarak saklanan örneklerdeki morfolojik anomaliler tespit edilmiştir. Toplam 2643 örnek incelenmiş ve bunlardan 126 tanesinin morfolojik anomali taşıdığı belirlenmiştir. Tespit edilen anomaliler anten ve palp segmentlerinde sayıca eksiklik, kaynaşma ve şekil bozukluğu; palp duyu organlarında bozukluk ve fazladan çukurlukların varlığı; mandibul dişlerinde şekil ve sayı bozuklukları; birden fazla interokuler seta bulunması, kanat damarlanmasında bozukluk; bacak tarsomerinde şekil bozukluğu; spermateka sayısında eksiklik veya fazlalık; interseks özellikler şeklinde sıralanabilir. Bu anomaliler *Atrichopogon, Culicoides, Dasyhelea, Forcipomyia, Leptoconops* ve *Palpomyia* cinslerine ait bireylerde rastlanılmıştır. Bu çalışmada bu anomalilere ait görseller paylaşılacak ve özellikleri sunulacaktır.

Anahtar kelimeler: Diptera, Ceratopogonidae, anomali, ısırıcı tatarcıklar

Abstract

Flies belonging to the Ceratopogonidae (Diptera: Nematocera) family are known as "biting midges" and some genera are of medical and veterinary importance. These flies, which are not easily noticed by people due to their small body size, have a cosmopolitan distribution. Their identification is mostly carried out by examining morphological characteristics under a light microscope. For this purpose, the dissected specimen is placed between a slide and coverslip with Canada balsam, and microscope slides are made. In this study, morphological anomalies were identified in specimens collected between 2007 and 2017 from the provinces of Amasya, Çorum, Samsun, Tokat, and Sinop, which were preserved as prepared microscope slides. A total of 2643 specimens were examined, and 126 of them were found to have morphological anomalies. The detected anomalies can be listed as follows: deficiency, fusion and deformity in the antennal and palpal segments; deformity and presence of extra pits in the palpal sensory organs; deformity in shape and number of mandibular teeth; presence of more than one interocular setae, abnormality in wing venation; deformity in leg tarsomere; deficiency or excess in the number of spermathecae; and intersex characteristics. These anomalies were

observed in specimens belonging to the genera *Atrichopogon*, *Culicoides*, *Dasyhelea*, *Forcipomyia*, *Leptoconops* and *Palpomyia*. In this study, images of these anomalies will be shared and their characteristics will be presented.

Keywords: Diptera, Ceratopogonidae, anomaly, biting midges

A META-ANALYSIS ON NON-GENETIC FACTORS AFFECTING SOMATIC CELL COUNT IN MILK AND POSSIBLE INFECTED LOBE RATIOS OF JERSEY COWS

JERSEY SIĞIRLARINDA SÜT SOMATİK HÜCRE SAYISINI ETKİLEYEN GENETİK OLMAYAN FAKTÖRLER VE OLASI ENFEKTE LOB ORANLARI ÜZERİNE BİR META-ANALİZ

Savaş ATASEVER[1]

[1]Prof. Dr., Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Ondokuz Mayis, Dairy Science, ORCID: 0000-0002-0288-6197

Abstract

Jersey is known as a dairy cattle breed that produce quality milk in many counties. Enhancing its production level is highly correlated related with boosting its milk quality. Somatic cell count (SCC) of raw milk is used to be a reliable parameter by dairy industry for deciding quality degree of milk. Revealing the factors affecting SCC in Jersey cows and calculating possible infected lobe ratios (PIL) will gain a valuable information to the literature and will give a facility for elimination of these factors by dairy farmers. Current study was aimed to discuss affecting non-genetic factors on SCC in Jersey cows. Ten initial study results obtained from manuscripts on animal science journals those published between 2008 and 2024 were analyzed by the influencing factors and the mean SCC was calculated for revealing milk quality levels of the evaluated Jersey herds and it was discussed. Excel program was used for designing table and figures. The general mean was estimated to be 295020 cells/ml and it was found within the acceptable threshold that informed by Turkish Food Codex and EU declarations for SCC of bovine milk. Days in milk (DIM), test day (TD) and parity (P) were assessed as the most effective factors on SCC. PIL mean of milking cows was estimated to be 12.6%. Finally, regarding all non-genetic factors and routinely tracking SCC data is offered to dairy farmers to ensure more productive herds.

Keywords: Somatic cell count, Jersey, environmental factors, bovine milk.

Özet

Jersey, birçok ülkede kaliteli süt üreten bir süt sığırı ırkı olarak bilinmektedir. Üretim düzeyinin artırılması temelde süt kalitesinin artırılması ile yakın ilişkilidir. Çiğ süt somatik hücre sayısı (SHS), süt endüstrisi tarafından sütün kalite derecesini belirlemek kullanılan güvenilir bir parametredir. Jersey ineklerinde SHS'yi etkileyen faktörlerin ortaya konulması ve olası enfekte lob oranları (OEL)'nın hesaplanması literatüre değerli bilgiler kazandıracak ve süt üreticilerine bu faktörlerin giderilmesi imkanını sunacaktır. Mevcut çalışma, Jersey ineklerinde SHS'yi etkileyen genetik olmayan faktörlerin tartışılmasını amaçlamaktadır. 2008-2024 yılları arasında yayınlanan hayvansal üretim dergilerindeki makalelerden elde edilen on adet çalışma sonucu, etkili faktörler açısından analiz edilmiş ve ortalama SHS hesaplan Jersey sürülerinin süt kalite düzeyleri ortaya konularak tartışılmıştır. Tablo ve şekillerin tasarlanması için Excel programı kullanılmıştır. Genel ortalama 295020 hücre/ml olarak tahmin edilirken bu değer Türk Gıda Kodeksi ve AB'nin sığır sütünde SHS üst limiti olarak belirlediği sınırlara uygun bulunmuştur. Laktasyon günü (LG), test günü (TG) ve laktasyon sırası (LS), SHS üzerindeki en etkili faktörler olarak değerlendirilmiştir. Sağılan ineklerin OEL ortalamasının %12,6 olduğu tahmin edilmiştir. Sonuç olarak, süt sığırcılığı üreticilerine daha üretken sürü

oluşturmak için sağmal ineklerde SHS'nı etkileyen genetik olmayan tüm faktörleri dikkate almaları ve SHS verilerini takip etmeleri önerilerinde bulunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Somatik hüvre sayısı, Jersey, çevre faktörleri, inek sütü.

1. INTRODUCTION

Milk is a pivotal foodstuff that constitutes a fundamental nutrient for humans. In contemporary times, with the global population increasing, there is an increase in demand for milk and dairy products. However, consumers are concerned about food safety and tend to prefer healthy products. Consequently, in order to achieve profitable production in dairy cattle enterprises, it has become imperative to obtain quality and healthy milk (Atasever and Erdem, 2008). In the contemporary era, the majority of EU countries have established quality standards for cow milk. Of these standards, somatic cell count (SCC) is a numerical expression of body cells in milk and is a parameter that is used safely in the dairy sector.

In the context of dairy production and quality, the Jersey cattle breed is a notable consideration. It has been raised in many countries worldwide, including Turkey. Notable characteristics of this breed include high butterfat (4.84%) and protein (3.95%) contents of milk. Its relatively lower live-weight and grazing ability may also be considered as additional traits of this breed. In the study conducted by Kul (2006), the relationship between some udder characteristics, milk yield and SCC in Jersey cows was examined, and the general average of SCC was determined as $350x10^3$ cells/ml. Some studies have also been carried out by Atasever et al. (2020); Lim et al. (2020); Ormston et al. (2022); and Schuning et al. (2024) to determine SCC in Jersey cows. As a result, multi factors that affect SCC have been evaluated in the different studies. It is anticipated that a comprehensive understanding of these mechanisms and their potential elimination will enhance productivity in dairy enterprises.

The present study aims to discuss non-genetic factors affecting SCC, as well as to reveal the relationship between SCC and the possible infected lobe rate (PIL) in Jersey cows.

2. MATERIAL AND METHOD

In this paper, the initial study results on SCC of milk in Jersey cows, as published between 2008 and 2024 in animal science journals, were analyzed with regard to the factors that affect them. The Microsoft Excel program was utilized for the design of the table and figures. The PIL of milking cows was calculated using a scale declared by Wattiaux (2005). Consequently, SCC values were designated as the independent variable, while PIL data, representing the dependent variable, were obtained as outlined below. The following PIL values were regarded: PIL 6%=SCC: $200x10^3$ cells/ml; PIL 16%=SCC: $200\text{-}500x10^3$ cells/ml; PIL 32%=SCC: $500\text{-}1000x10^3$ cells/ml; and PIL 48%=SCC: $>1000x10^3$ cells/ml.

3. RESULTS

The present paper provides a general summary of the evaluated studies, as outlined in Table 1, which is arranged in accordance with the year of publication and the respective author.

It is noteworthy that half of the studies were conducted in conditions representative of Turkey. Furthermore, the mean SCC value was determined to be 295020 cells/ml. The table also provides a summary of non-genetic factors affecting SCC in Jersey milk.

Table 1. A general summary of the evaluated studies on SCC and effective factors

No	Researchers	Country	SCC (cells/ml)	Factors

1	Kul and Erdem (2008)	Türkiye	350850	DIM
2	Atasever et al. (2010)	Türkiye	643473	Test day
3	Erdem et al. (2010)	Türkiye	324000	Test day DIM, Parity
4	Garcia et al. (2015)	Brasil	381610	Test day, Parity, Year
5	Davut and Atasever (2017)	Türkiye	483000	Season
6	Lim et al. (2020)	Korea	131600	DIM
7	Ormston et al. (2022)	England	173600	Season
8	Gathinja et al. (2023)	Japan	125616	DIM
9	Haw et al. (2023)	USA	157583	MY, KM, Parity, Test day
10	Schuning et al. (2024)	Brasil	178870	DIM, MF, Parity
		Overall	295020	18 factors

DIM: days in milk, MF: milking frequency; MY: milk yield; KM: keeping method

As can be seen, days in milk (DIM) and test day (TD) were the most significant environmental factors among the whole factors. The percentages of the factors are also shown in Figure 1. The PIL percentages of Jersey cows, the material of the studies were estimated (Figure 2). While the ranges varied between 6% and 32%, an overall prevalence of 12.6% of infected lobes in the animals was identified based on SCC values from all the studies investigated.

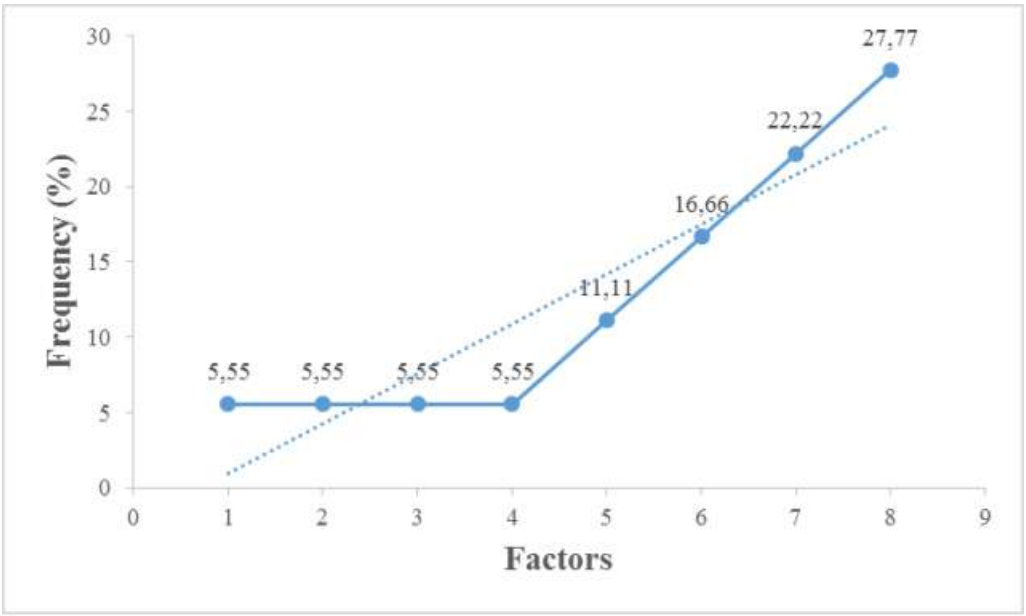


Figure 1. Distribution of effective factors on SCC of Jersey milk

(1, 2, 3, 4= Milking frequency, Keeping method, Milk yield and Year; 5=Season; 6= Parity; 7=Test day; 8=Days in milk)

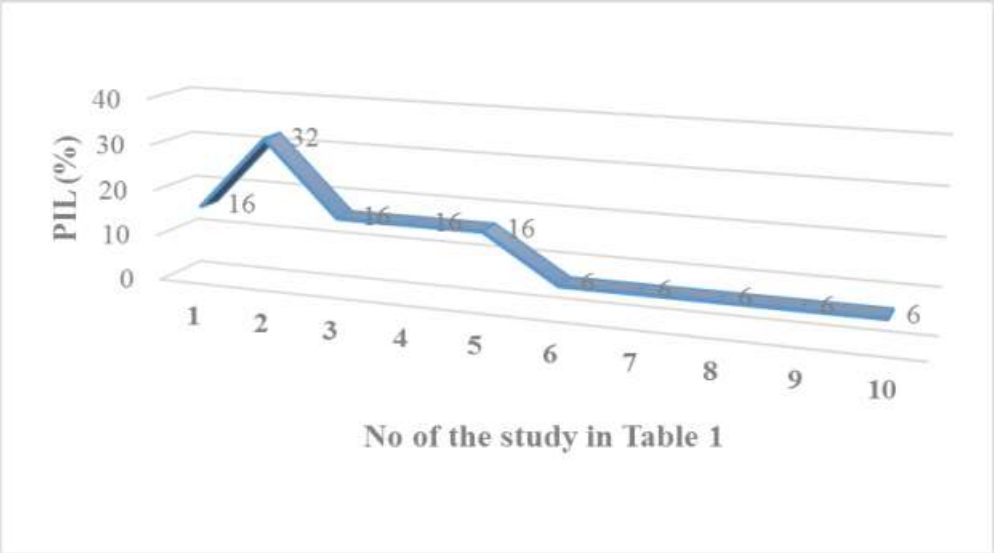


Figure 2. PIL levels of the cows belonging to evaluated studies (%)

(PIL: possible infected lobe ratios)

4. DISCUSSION, CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

As demonstrated in Table 1, a total of 18 non-genetic factors were the focus of analysis in the studies. Of these, DIM, TD and parity were the most attractive by percentage. The percentages of the factors are also presented in Figure 1. Milk production is the primary process for milking animals, commencing at the time of calving. Subsequent to this, the milking animal produces milk for her calf throughout the lactation period. The initial phase of lactation is characterized by a surge in milk yield, which subsequently declines over time. It is therefore important to note that producing high volumes of milk whilst subjecting the animal to conditions that induce stress during the calving process may have a detrimental effect on the quality of the milk, an effect that can be detected by means of SCC analysis.

De Viegher et al. (2004) reported that the highest SCC values were recorded in the early DIM period in Belgian dairy heifers. Dal Prà et al. (2022) also indicated the change of SCC in different DIM periods. Furthermore, the impact of TD on SCC was found to be significant, as reported in the evaluated studies. This outcome can be considered as a standard result. Initially, records pertaining to the months or weeks of sampling were assessed within the TD term in Table 1. Secondly, it is acknowledged that SCC data may be influenced by meteorological factors, prevailing climates or the storage conditions of the milk samples collected at differing times. Indeed, Atasever and Stadnik (2015) emphasized day-to-day variation in SCC data determined from milk samples of Holstein cows with first parity. In the present study, parity was identified as the third significant factor affecting SCC of milk in Jersey cows (Table 1 and Figure 1). This outcome aligns with the established findings of SCC. With regard to the anatomical characteristics of the milking cow, the udder gland reaches full development as the cow ages. In this stage, udder produces more milk in advanced parities. Atasever and Stadnik

(2025) reported a negative correlation between milk yield and SCC. Furthermore, the udder structure may be compromised by corrosions, depending on the advanced age or parity of the cow. Indeed, the findings of Sabuncu et al. (2013) and Jonas et al. (2016) clearly indicate that SCC increases with age and parity.

In addition to the mentioned non-genetic factors, other factors including season, keeping method, milking frequency, year and milk yield were found to have an effect on SCC in the evaluated studies. Despite the fact that all of the studies were conducted on the same cattle breed, a multi-factorial approach was employed. Consequently, it is recommended that future researchers consider the assessment of SCC across all factors, and that dairy owners maintain records of SCC for all milking cows, in order to effectively monitor SCC and ensure milk quality on their farms.

The mean SCC value of the evaluated studies was estimated to be 295020 cells/ml, which falls within the acceptable threshold of $400x10^3$ cells/ml as stipulated by the Turkish Food Codex and EU declarations for SCC of bovine milk (Atasever and Erdem, 2009).

PIL rates were also calculated using SCC data from the study. The mean of the studies (12.6%) can be regarded as a high ratio when considering that an animal had four quarters and each quarter had 25% of the whole udder gland. Consequently, 12.6% is equivalent to a lobe for two milking animals that possess eight quarters. Consequently, the intra-mammary infection risk for cows was found to be significant when evaluated at the lobe bases. In conclusion, substantial practices to reduce SCC, especially those related to milking procedures, hygiene, and milk storage conditions, should be promptly recommended to dairy farm personnel responsible for herd management.

5. REFERENCES

Atasever, S. & Erdem, H. (2008). Süt sığırlarında mastitis ile sütün elektriksel iletkenliği arasındaki ilişkiler. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 23(2), 131-136 (*article in Turkish*).

Atasever, S. & Erdem, H. (2009). Estimation of milk yield and financial losses related to somatic cell count in Holstein cows raised in Turkey. Journal of Animal and Veterinary Advances, 8(8), 1491-1494.

Atasever, S., Erdem, H., & Altop, A. (2010). Relationship between milk somatic cell count and pH in dairy cows. Journal of Animal and Veterinary Advances, 9(11), 1575-1577.

Atasever, S., Stadnik, L. (2015). Factors affecting daily milk yield, fat and protein percentage, and somatic cell count in primiparous Holstein cows. Indian Journal of Animal Research, 49 (3), 313-316.

Dal Prà, A., Biscarini, F., Cavani, G.L., Bacchelli, S., Iotti, A., Borghi, S., Nocetti, M. & Moroni, P. (2022). Relationship between total and differential quarter somatic cell counts at dry-off and early lactation. PLoS One. 17(10), e0275755.

Davut, M. & Atasever, S. (2017). Seasonal changes of composition and somatic cell count of bucket milk from Jersey crossbred cows in Northern Turkey. 11th International Symposium Modern Trends in Livestock Production, October 11-13, Belgrade, Serbia.

De Vliegher, S., Barkema, H.W., Stryhn, H., Opsomer, G. & de Kruif, A. (2004). Impact of early lactation somatic cell count in heifers on somatic cell counts over the first lactation. Journal of Dairy Science, 87 (11), 3672-3682.

Erdem, H., Atasever, S. & Kul, E. (2010). A study on somatic cell count of Jersey cows. Asian Journal of Animal and Veterinary Advances, 5, 253-259.

Gathinji, P. K., Yousofi, Z., Akada, K., Wali, A., & Nishino, N. (2023). Monitoring the milk composition, milk microbiota, and blood metabolites of Jersey cows throughout a lactation period. Veterinary Sciences, 10(3), 226.

Garcia, R.R., Maion, V.B., de Almeida, K.M., de Santana, E.H.W., Costa, M.R., Fagnani, R. & Ludovico, A. (2015). Relationship between somatic cell counts and milk production and composition in Jersey cows. Revista de Salud Animal, 37(3), 137-142.

Haw, S.R., Adkins, P.R.F., Bernier Gosselin, V., Poock, S.E. & Middleton, J.R. (2024) Intramammary infections in lactating Jersey cows: prevalence of microbial organisms and association with milk somatic cell count and persistence of infection. Journal of Dairy Science, 107(5), 3157-3167.

Jonas, E.M., Atasever, S., Graff, M. & Erdem, H. (2016). Non-genetic factors affecting milk yield, composition and somatic cell count in Hungarian Holstein cows. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 22(3), 361-366.

Kul, E. (2006). Jersey Sığırlarında Bazı Meme Özellikleri ile Süt Verimi ve Sütteki Somatik Hücre Sayısı Arasındaki İlişkiler. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun (*master thsesis in Turkish*).

Kul, E., & Erdem, H. (2008). Relationships between somatic cell count and udder traits in Jersey cows. Journal of Applied Animal Research, 34(1), 101–104.

Lim, D.H., Vijayakumar, M., Hyun-Jeong, L., Kwang-Seok, K., Tae-Il, K., Younghoon, K. (2020). A comparative study on milk composition of Jersey and Holstein dairy cows during the early lactation. Journal of Animal Science and Technology, 62(4), 565-576.

Ormston, S., Davis, H., Butler, G., Chatzidimitriou, E., Gordon, A.W., Theodoridou, K., Huws, S., Yan, T., Leifert, C., Stergiadis, S. (2022). Performance and milk quality parameters of Jersey crossbreds in low-input dairy systems. Scientific Reports, 9, 12(1):7550.

Sabuncu, A., Enginler, S. & Dumen, E. (2013). The effect of parity, age and season on somatic cell count of dairy cows with subclinical sastitis. Journal of Animal and Veterinary Advances. 12, 472-477.

Schunig, R., Busanello, M., Nogara, K.F. & Zopollatto, M. (2024). Cow-level risk factors associated with the increase in somatic cell count and the occurrence of subclinical mastitis in Brazilian Holstein and Jersey dairy cows. Preventive Veterinary Medicine, 227, 106208.

Wattiaux, M.A. (2005). Mastitis: Prevention and Detection. Dairy Essentials, Chapter 24, 93-96. Babcock Institute for International Dairy Research and Development. WI 53706, USA. http://babcock.wisc.edu/node/218

SYNERGIC EFFECTS of 1,8 CINEOL and DIATOMACEOUS EARTH on *Acanthoscelides obtectus Say* (Coleoptera: Chrysomelidae)

1,8 SİNEOL VE DİYATOMELİ TOPRAĞIN *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Chrysomelidae) ÜZERİNDEKİ SİNERJİK ETKİLERİ

Evrim SÖNMEZ[1]

[1]Doçent Dr., Sinop Üniversitesi, Hayvan Ekofizyolojisi, ORCID: 0000-0002-5412-5728

Özet

Acanthoscelides obtectus Say (Coleoptera: Bruchidae) fasülye başta olmak üzere nohut, börülce gibi tahıllarda ekonomik kayıplara yol açan bir depo ürün zararlısıdır. Bu böceğin larvaları tohumların içinde beslenip gelişir ve tohumlarda delikler açarak yetişkin olarak ortaya çıkarlar. Depolanmış ürünlerde ağırlık kaybı, çimlenme gücünde azalma, protein miktarı açısından besin değerinde ve pazar değerinde azalma gibi birçok olumsuzluğa neden olurlar. Depolanmış ürün zararlılarıyla mücadelede en yaygın kullanılan yöntemlerden biri kimyasal yöntemlerdir. Bunlar, uygulama kolaylığı, hızlı sonuçlar ve daha düşük maliyet nedeniyle tercih edilirler. Ancak, insektisit kullanımı böceklerin insektisitlere karşı direncini artırır ve birçok hedef dışı organizmaya zarar verir. Son zamanlarda yapılan çalışmalar, insektisitlerin hem çevreye hem de canlı sağlığına ciddi zararlar verdiğini göstermiştir. İnsektisitlerin bu yan etkileri araştırmacıları yeni alternatif yöntemler geliştirmeye zorlamaktadır. Bu yöntemlerden biri de zararlılarla mücadelede bitki esansiyel yağları ile diatomeli toprağın (DE) birlikte ve insektisit olarak etkisinin gözlendiği çalışmalardır. Depo zararlıları ile mücadelede biyopestisit gibi iş gören bu maddeler ile yapılan çalışmalar gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Bu çalışmada farklı dozlarda hem DE (20, 50,100, 250 ppm), hem 1,8 sineol'ün (0,625; 1,25; 2,5 ppm) hem de ikisinin birlikte (iki formülasyonun en yüksek ve en düşük dozları) *A. obtectus* üzerindeki mortalite oranları araştırılmış ve sinerjik etkisi değerlendirilmiştir. Farklı dozlara maruz bırakılan ergin böcekler 6, 12 ve 24 saat, 3, 7 ve 14 gün boyunca hep aynı saatlerde gözlenmiş, ölen böcekler kaydedilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre en yüksek mortalite oranı ilk 6 saatte 250 ppm DE + 2,5 ppm 1,8 sineol dozlarında görülürken, en düşük mortalite oranı ise 20 ppm DE + 0,625 ppm 1,8 sineol dozlarında kaydedilmiştir. Tüm çalışılan dozlarda 7. gün sonunda bütün ergin böcekler ölmüştür. Hem 1,8 sineol hem de DE denemelerinde doz artıkça mortalite oranları yükselmiş, hem de sinerjik etkisinin de arttığı belirlenmiştir. Sonuç olarak her biri ayrı ayrı uygulanan DE ve 1,8 sineolün *A. obtectus* üzerinde mortalite etkisinin yüksek olduğu belirlenirken en iyi sonuçlar 250 ppm DE + 2,5 ppm 1,8 sineol dozlarında kaydedilmiştir. Genel olarak, 1,8 sineol ergin böcekler üzerinde DE kadar etkili değildi. Kombine uygulamalar ölüm oranının artmasına neden olmuştur. Son olarak DE ve 1,8 sineol'ün azaltılmış miktarları entegre haşere kontrol uygulamaları açısından umut vaad etmektedir.

Anahtar kelimeler: Bitki uçucu yağı, biyopestisit, çevre dostu, depo zararlısı, insektisit

Abstract

Acanthoscelides obtectus Say (Coleoptera: Bruchidae) is a storage product pest that causes economic losses in grains such as beans, chickpeas, and black-eyed peas. The larvae of this insect feed and develop inside the seeds and emerge as adults by opening holes in the seeds.

They cause many negative effects in stored products such as weight loss, reduced germination power, and reduced nutritional and market value in terms of protein content. One of the most commonly used methods in fighting stored product pests is chemical methods. These are preferred due to their ease of application, rapid results, and lower cost. However, the use of insecticides increases the resistance of insects to insecticides and harms many non-target organisms. Recent studies have shown that insecticides cause serious damage to both the environment and organisms. These side effects of insecticides force researchers to develop new alternative methods. One of these methods is the studies in which the effects of plant essential oils and diatomaceous earth (DE) were observed combined as insecticides in pest control. Studies conducted with these substances, which act as biopesticide in the control of storage pests, are gaining importance day by day. In this study, the mortality rates of different doses of DE (20, 50, 100, 250 ppm), 1.8 cineole (0.625; 1.25; 2.5 ppm) and combined (the highest and lowest doses of the two formulations) on *A. obtectus* were investigated and their synergistic effects were evaluated. Adult insects exposed to different doses were observed for 6, 12 and 24 hours, 3, 7 and 14 days at the same hours, and the dead insects were recorded. According to the study results, the highest mortality rate was observed in the first 6 hours at 250 ppm DE + 2.5 ppm 1,8 cineole doses, while the lowest mortality rate was recorded at 20 ppm DE + 0.625 ppm 1,8 cineole doses. All adult insects died at the end of the 7th day in all treatment doses. In both 1,8 cineole and DE experiments, mortality rates increased as the dose increased, and it was determined that the synergistic effect also increased. As a result, it was determined that DE and 1,8 cineole, each applied separately, had high mortality effects on *A. obtectus*, while the best results were recorded at 250 ppm DE + 2.5 ppm 1,8 cineole doses. In general, 1,8 cineole was not as effective as DE on adult insects. Combined applications caused an increase in mortality rates. Finally, the combined use of DE and 1,8 cineole is promising for integrated pest control applications.

Keywords: Plant essential oil, biopesticide, eco-friendly, storage pest, insecticide

PHYTOCHEMICAL SCREENING, ANTIOXIDANT AND PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS OF NATURAL PROTEIN SUPPLEMENT CHIRABILVA (HOLOPTELEA INTEGRIFOLIA ROXB.) SEED OIL

Dr. LJAZ ALI

Abstract

Holoptelea integrifolia (Roxb.) from the *Ulmaceae* family, is a useful medicinal plant extensively evaluated for its phytochemical constituents and antioxidant activity. Various parts of this plant including seeds are used to treat diseases. This study was planned to explore the bioactive phytoconstituents present in the seed oil of this plant and its antioxidant activity using a DPPH-Radical Scavenging Assay (DPPH-RSA). The DPPH-RSA assessed that the seed oil had significant antioxidant activity. Moreover, the presence of phenolic and flavonoid content further highlights the antioxidant potential of the seeds oil. Phytochemical screening was conducted using three spectroscopic techniques i.e., Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), Gas Chromatography Flame Ionization Detection (GC-FID), and Gas Chromatography Mass Spectrometry (GCMS). FTIR analysis confirmed the presence of various functional groups, including aliphatic compounds, esters, aldehydes, and phenols. In GC-FID analysis, thirteen fatty acids were identified. While the GCMS identified 15 compounds, including alkanes, aldehydes, alcohols, carboxylic acids, and phenolic compounds. Notable bioactive constituents include palmitic acid, octadec-9-enoic acid, and (E)-2-Octenal, known for their medicinal properties. Important physicochemical parameters such as iodine value and saponification value were also determined.

These results underscore that the seed oil of this plant is a potential candidate for further investigations and can be a rich source of bioactive constituents for the development of ethnomedicine.

Keywords: *Holoptelea integrifolia* (Roxb.), antioxidant activity, phytochemical screening, FTIR, GC-FID, GCMS, iodine value, saponification value

USE OF MEALWORMS (*TENEBRIO MOLITOR*) LARVAE MEAL IN NILE TILAPIA (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) DIETS

NİL TİLAPİYASI (*OREOCHROMİS NİLOTİCUS*) YEMLERİNDE UNKURDU (*TENEBRİO MOLİTOR*) LARVA UNUNUN KULLANIMI

Seval Dernekbaşı [1], Bahadır Tunahan Karadayı[2]

[1]Doç.Dr., Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi , Su Ürünleri Yetiştiriciliği,

ORCID: 0000-0001-5735-2486

[2]Yük.Lis.Öğr., Sinop Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiriciliği, ORCID: 0009-0004-0184-0850

Özet

Bu araştırma, Nil tilapyası (*Oreochromis niloticus*) yavrularına farklı oranlarda (%0, 50, 75, 100) *Tenebrio molitor* larva unu (TM) içeren yemlerin büyüme performansı, yem değerlendirme oranları, biyokimyasal ve yağ asit kompozisyonları ile sindirim enzimleri üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada kullanılan balıklar, başlangıçta ortalama 3.57±0.02 g ağırlığındadır. 12 hafta süresince, dört farklı yem grubu (%0 TM; TM0, %50 TM; TM50, %75 TM; TM75 ve %100 TM; TM100) ile beslenmiş ve balıklar doygunluk seviyelerine ulaşana kadar izlenmiştir. Deneme sonunda, en yüksek ortalama canlı ağırlık 21.94±0.35 g ile TM75 grubunda elde edilmiştir. Bu grubu sırasıyla TM50 (20.31±1.52 g), TM100 (19.94±0.23 g) ve TM0 (18.26±0.85 g) grupları takip etmiştir. TM içeren yemlerle beslenen gruplar, kontrol grubuna (TM0) göre daha iyi bir büyüme performansı sergilemiştir. Ayrıca, en iyi yem değerlendirme oranı (FCR) 1.21±0.02 ile TM75 grubunda belirlenmiştir.

Biyokimyasal analizler sonucunda, TM0 grubunun nem oranı (%76.60±0.52) diğer gruplardan belirgin şekilde yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Protein oranı, *Tenebrio molitor* ilavesi ile düşerken, ham yağ ve ham kül oranları arasında gruplar arasında önemli bir fark tespit edilmemiştir ($p>0.05$). Yağ asit kompozisyonu, deneme yemlerinin yağ asit profili ile paralellik göstermektedir. TM içeren yemlerle beslenen gruplarda toplam SFA oranları kontrol grubundan daha düşük, PUFA oranları ise daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca, tüm gruplarda EPA ve DHA seviyeleri yüksek, araşidonik asit ve linoleik asit oranları da kontrol grubuna kıyasla artmıştır.

Sindirim enzimleri açısından, *Tenebrio molitor* larva unu içeriği arttıkça alfa-amilaz aktivitesinde belirgin bir artış gözlenmiştir. Lipaz, pepsin ve tripsin aktiviteleri ise gruplara bağlı olarak değişkenlik göstermiştir. Sonuç olarak, *T. molitor* larva unu içeriği arttıkça, balıkların büyüme performansı ve sindirim verimliliği iyileşmiş olup, %75 oranına kadar herhangi bir olumsuz etki gözlenmemiştir. Bu bulgular, *Tenebrio molitor* larva ununun, balık yemi formülasyonlarında uygun oranlarda kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Nile tilapiyası (*Oreochromis niloticus*), unkurdu, büyüme, enzim aktiviteleri

Abstract

This research aimed to evaluate the effects of diets containing different rates (0, 50, 75, 100%) Tenebrio molitor larval meal (TM) on growth performance, feed conversion ratios, biochemical

and fatty acid compositions and digestive enzymes of Nile tilapia (Oreochromis niloticus) fingerlings. The average initial weight of the fish used in the study was 3.57±0.02 g. They were fed with four different feed groups (0% TM; TM0, 50% TM; TM50, 75% TM; TM75 and 100% TM; TM100) for 12 weeks and the fish were monitored until they reached satiety levels. At the end of the experiment, the highest average live weight was obtained in the TM75 group with 21.94±0.35 g. This group was followed by TM50 (20.31±1.52 g), TM100 (19.94±0.23 g) and TM0 (18.26±0.85 g) groups, respectively. The groups fed with TM-containing diets exhibited better growth performance than the control group (TM0). In addition, the best feed conversion ratio (FCR) was determined in the TM75 group with 1.21±0.02.

As a result of biochemical analyses, the moisture content of the TM0 group (76.60±0.52%) was found to be significantly higher than the other groups ($p<0.05$). While the protein content decreased with the addition of Tenebrio molitor, no significant difference was found between the groups in terms of crude fat and crude ash content ($p>0.05$). The fatty acid composition was parallel to the fatty acid profile of the experimental diets. Total SFA content was lower and PUFA content was higher in the groups fed with TM-containing diets than the control group. In addition, EPA and DHA levels were high in all groups, and arachidonic acid and linoleic acid levels were increased compared to the control group.

In terms of digestive enzymes, a significant increase in alpha-amylase activity was observed as the Tenebrio molitor larva meal content increased. Lipase, pepsin and trypsin activities varied depending on the groups. As a result, as the T. molitor larva meal content increased, the growth performance and digestive efficiency of the fish improved, and no adverse effects were observed up to 75%. These findings indicate that Tenebrio molitor larva meal can be used in fish feed formulations at appropriate rates.

Keywords: Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), mealworm, growth, enzyme activities

HEAVY METAL MONITORING IN *Padina pavonica* FROM AKLIMAN AND KARAKUM REGIONS: A SUMMER INVESTIGATION

AKLİMAN VE KARAKUM BÖLGELERİNDEKİ *Padina pavonica* ÖRNEKLERİNDE AĞIR METAL İZLEMESİ: YAZ DÖNEMİ ARAŞTIRMASI

Elif ARICI[1], Bayaz NURULLAYEV[2]

[1]Dr. Öğr. Üyesi, Sinop Üniversitesi, Çevre Kirliliği,
https://orcid.org/0000-0001-6359-9194

[2] Yüksek Lisans Öğrencisi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çevre Sağlığı,
https://orcid.org/0009-0003-1975-5147

Özet

Bu çalışma, Karadeniz'in Sinop iline bağlı Akliman ve Karakum kıyılarından 2022 yılı yaz aylarında toplanan *Padina pavonica* (Linnaeus) Thivy, 1960 türü deniz yosunu örneklerinde ağır metal birikimini inceleyen ön bulguları sunmaktadır. Araştırma kapsamında, her iki bölgeden toplanan makroalg örneklerinde kadmiyum (Cd), cıva (Hg), kurşun (Pb), mangan (Mn), demir (Fe) ve çinko (Zn) elementlerinin konsantrasyonları analiz edilmiştir.

Göreceli olarak düşük kirletici düzeyine sahip sularda gelişme gösterdiği bilinen *P. pavonica*'nın, örnekleme yapılan bölgelerdeki farklı kirlilik düzeylerini yansıttığı gözlemlenmiştir. Ağır metal düzeyleri, Akliman örneklerinde Fe (903.7 mg/kg) > Mn (71.7 mg/kg) > Zn (44.8 mg/kg) > Pb (4.85 mg/kg) > Cd (0.27 mg/kg) > Hg (0.008 mg/kg) şeklinde sıralanırken, Karakum bölgesinde ise Fe (1608.9 mg/kg) > Zn (65.2 mg/kg) > Mn (48.16 mg/kg) > Pb (1.13 mg/kg) > Cd (0.45 mg/kg) > Hg (0.0018 mg/kg) olarak belirlenmiştir.

Deniz suyu analizlerinde, Pb ve Mn konsantrasyonlarının Akliman bölgesinde daha yüksek olduğu, tespit edilmiştir. Makroalglerde hesaplanan biyota konsantrasyon faktörüne (BCF) göre, Mn için Akliman'da 5782.26, Karakum'da ise 5178.49 değeri elde edilmiştir. Bu sonuçlar, Mn elementinin *P. pavonica* tarafından sudan aktif olarak alındığını ortaya koymaktadır. Ayrıca, sedimanlara göre hesaplanan biyota-sediman birikim faktöründe (BSAF) Cd ve Zn elementlerinde 2'nin üzerinde değerlere ulaşılması, bu metallerin yaz aylarında makroalg bünyesinde belirgin biçimde biriktiğini göstermektedir.

Elde edilen ağır metal birikim profili, hem bölgesel kirlenme düzeylerinin belirlenmesinde hem de denizel ekosistem sağlığının izlenmesinde önemli bilgiler sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: *Padina pavonica*, ağır metal, BCF, BSAF, biyolojik izleme

Abstract

This study presents preliminary findings on heavy metal accumulation in *Padina pavonica* (Linnaeus) Thivy, 1960 samples collected from the Akliman and Karakum shores of Sinop province in the Black Sea during the summer months in 2022. The research includes the analysis of the concentrations of cadmium (Cd), mercury (Hg), lead (Pb), manganese (Mn), iron (Fe), and zinc (Zn) elements in macroalgae samples collected from both regions.

It was observed that P. pavonica, known to grow in relatively low-pollution waters, reflected varying pollution levels in the sampling regions. Heavy metal concentrations in Akliman samples were found to follow the order: Fe (903.7 mg/kg) > Mn (71.7 mg/kg) > Zn (44.8 mg/kg) > Pb (4.85 mg/kg) > Cd (0.27 mg/kg) > Hg (0.008 mg/kg), while in Karakum, the order was: Fe (1608.9 mg/kg) > Zn (65.2 mg/kg) > Mn (48.16 mg/kg) > Pb (1.13 mg/kg) > Cd (0.45 mg/kg) > Hg (0.0018 mg/kg).

In seawater analyses, Pb and Mn concentrations were found to be higher in the Akliman region. According to the calculated biota concentration factor (BCF) in macroalgae, the Mn values were 5782.26 in Akliman and 5178.49 in Karakum. These results indicate that Mn is actively taken up by *P. pavonica* from the water. Furthermore, the biota-sediment accumulation factor (BSAF) calculations showed that Cd and Zn concentrations exceed a factor of 2, indicating significant accumulation of these metals in the macroalgae during the summer months.

The obtained heavy metal accumulation profile provides important information for determining regional pollution levels and monitoring the health of marine ecosystems.

Keywords: *Padina pavonica*, heavy metal, BCF, BSAF, biological monitoring

PSYCHOMETRIC PROPERTIES OF DEPRESSION, ANXIETY, AND STRESS SCALE-YOUTH (DASS-Y) AMONG TURKISH YOUTH

DEPRESYON, ANKSİYETE VE STRES ÖLÇEĞİ – GENÇLİK FORMU'NUN (DASS-Y) TÜRK GENÇLERİ ARASINDAKİ PSİKOMETRİK GEÇERLİK VE GÜVENİRLİK İNCELEMESİ

Osman HATUN[1], İbrahim Demirci[2]

[1] Sinop Üniversitesi, Psikolojik Danışmanlık, https://orcid.org/ 0000-0001-8408-7286

[2] Sinop Üniversitesi, Psikolojik Danışmanlık, https://orcid.org/0000-0002-4143-3916

Özet

Depresyon, Anksiyete ve Stres gibi psikolojik belirtiler, çocuk ve ergenlerin iyi oluşunu etkileyen başlıca etmenler arasında yer almakta olup, bireyin yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Çocuk ve ergenlerin psikolojik iyi oluşlarının desteklenmesi, psikolojik belirtilerin erken dönemde tanılanmasını ve uygun müdahale stratejilerinin geliştirilmesini gerektirmektedir. Bu çalışma, Depresyon, Anksiyete ve Stres Ölçeği – Gençlik Versiyonu'nun (DASS-Y) Türkçeye uyarlanmasını ve 10-18 yaş arasındaki Türk çocuk ve ergenler arasında psikometrik özelliklerinin incelenmesini amaçlamıştır. DASS-Y, genel psikolojik sıkıntı ile depresyon, anksiyete ve stresin olumsuz duygusal durumlarını değerlendiren yaygın olarak kullanılan bir ölçme aracıdır. Araştırmanın katılımcıları ortaokul ve lisede eğitim gören toplam 524 (Yaş ortalama = 13.82, SD= 2.22, ranj = 10-18) öğrenciden oluşmaktadır. Türkçe formunun üç faktörlü yapısı, Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) ile doğrulanmış ve modelin güçlü bir uyum gösterdiği ortaya konmuştur. Faktör yükleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş ve tüm alt ölçeklerde orta ile yüksek düzey arasında değişmiştir. Ölçme değişmezliği analizleri, ölçeğin okul düzeyleri (ortaokul ve lise grupları) ile cinsiyet grupları arasında yapısal, metrik, ölçeksel ve katı düzeylerde değişmezlik sağladığını ortaya koyarak, ölçeğin farklı eğitim ve cinsiyet grupları arasında sağlamlığını göstermiştir. Madde-toplam korelasyonları ve iç tutarlılık katsayıları (Cronbach's α ve McDonald's ω), DASS-Y'nin yüksek düzeyde güvenilirliğe sahip olduğunu göstermiştir. Bu bulgular, DASS-Y'nin Türkçe versiyonunun Türk gençleri arasında psikolojik belirtileri değerlendirmede geçerli ve güvenilir bir araç olduğunu ve ergen ruh sağlığının çeşitli bağlamlarda değerlendirilmesine önemli bir katkı sunduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Depresyon, Anksiyete, Stres, Psikometri

Abstract

A person's quality of life can be greatly impacted by psychological symptoms including depression, anxiety, and stress, which are among the main variables influencing children's and adolescent well-being. Supporting children's and adolescents' psychological well-being requires early identification of psychological symptoms and the creation of suitable intervention techniques. The current study aimed to adapt the Depression, Anxiety, and Stress Scale – Youth Version (DASS-Y) into Turkish and to examine its psychometric properties among Turkish children and adolescents aged 10 to 18. The DASS-Y is a widely used instrument that assesses general psychological distress and the negative emotional states of depression, anxiety, and stress. The Turkish version's three-factor structure was validated by Confirmatory Factor

Analysis (CFA), which showed a strong model fit. Factor loadings were statistically significant and ranged from moderate to strong across all subscales. Measurement invariance analyses confirmed the scale's configural, metric, scalar, and strict invariance across school level (secondary school and high school groups) and gender groups, indicating the robustness of the scale across educational levels and gender groups. Item-total correlations and internal consistency coefficients (Cronbach's α and McDonald's ω) showed that the DASS-Y possesses strong reliability. These findings suggest that the Turkish version of the DASS-Y is a valid and reliable tool for assessing psychological symptoms in Turkish youth and offers an important contribution to the evaluation of adolescent mental health in diverse settings.

Keywords: Depression, Anxiety, Stress, Psychometry

ADAPTATION AND VALIDATION OF THE PERMA+4 POSITIVE FUNCTIONING AT WORK SCALES INTO TURKISH

PERMA+4 İŞ YAŞAMINDA POZİTİF İŞLEVSELLİK ÖLÇEKLERİ'NİN TÜRKÇEYE UYARLANMASI VE GEÇERLİK-GÜVENİRLİK ÇALIŞMASI

Özlem ÖZTEP[1], İbrahim DEMİRCİ[2]

[1] Sinop Üniversitesi, Psikolojik Danışmanlık, https://orcid.org/0009-0009-1342-1211

[2] Sinop Üniversitesi, Psikolojik Danışmanlık, https://orcid.org/0000-0002-4143-3916

Özet

Çalışanların iş yerindeki psikolojik sağlığı ve iyi oluş düzeyi hem bireysel hem de mesleki yaşam doyumlarının ve verimliliklerinin önemli belirleyicilerindendir. Literatürde, pozitif psikoloji (PP) çeşitli iyi oluş modelleri ortaya koymuştur. Bu modellerden biri, Pozitif Duygu, Katılım, İlişkiler, Anlam ve Başarı unsurlarını içeren çok boyutlu Seligman'ın PERMA iyi oluş modelidir. Pozitif örgütsel psikoloji (POP) olarak bilinen çağdaş örgütsel psikoloji alanı, pozitif psikolojinin kavram ve bulgularını iş ortamlarına uyarlamaktadır. Bu çalışmada, bireylerin iş yaşamındaki iyi oluşlarını kapsamlı ve çok boyutlu bir biçimde değerlendiren PERMA+4 İş Yaşamında Pozitif İşlevsellik Ölçekleri'nin Türkçeye çevrilmesi ve psikometrik özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında, 29 maddeden oluşan uzun form ve 9 maddeden oluşan kısa form Türkçeye çevrilmiştir. Araştırma katılımcıları çeşitli meslek gruplarından oluşmuştur. Doğrulayıcı faktör analizi sonuçları, kısa formun tek boyutlu yapısının ve uzun formun Pozitif Duygu, Katılım, İlişkiler, Anlam, Başarı, Sağlık, Zihniyet, Çevre ve Ekonomik Güvence olmak üzere dokuz boyutlu yapısının yeterli düzeyde model uyumu sağladığını göstermiştir. Kısa form üzerinde madde tepki kuramına dayalı yapılan analizler, maddelerin yeterli ayırt edicilik gücüne sahip olduğunu ortaya koymuş ve tek boyutlu yapının geçerliğini desteklemiştir. Ölçeklerin test-tekrar test güvenirlik katsayıları ve iç tutarlılık güvenirlik katsayıları kabul edilebilir düzeylerde bulunmuştur. PERMA+4 Ölçeği'nin uzun ve kısa formunun Türkiye'de yürütülecek bilimsel araştırmalarda uygulanabilir olduğu ve iş yerinde çalışanların motivasyonunu ve iyi oluşunu etkileyen unsurların anlaşılması, bu doğrultuda müdahale programlarının geliştirilmesi ve değerlendirilmesi için rehber olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: İyi oluş, PERMA, PERMA +4, İşle ilgili iyi oluş, Pozitif işlevsellik

Abstract

The psychological health and well-being of employees at work are important determinants of their total personal and professional well-being as well as their productivity. In the literature, positive psychology (PP) has introduced several well-being models. Seligman's multifaceted PERMA well-being model, which includes the elements of Positive Emotion, Engagement, Relationships, Meaning, and Accomplishment, is one of these models. The contemporary field of organizational psychology known as Positive Organizational Psychology (POP) applies the ideas and findings of positive psychology to work environments. In this study, the PERMA+4 Positive Functioning at Work Scales—which evaluate people's well-being at work in a complete and multifaceted manner—will be translated into Turkish and its psychometric

qualities will be examined. The twenty-nine-item long-form scale and the nine-item short-form scale were translated into Turkish as part of the study. In a variety of occupations made up the study participants. Confirmatory factor analysis showed that the short form's unidimensional structure and the long form's nine-dimensional structure— including Positive Emotion, Engagement, Relationships, Meaning, Accomplishment, Health, Mindset, Environment, and Economic Security —offered a satisfactory degree of model fit. Analyses of the short form based on item response theory showed that the items had sufficient discriminative power, supporting the validity of its unidimensional structure. The scales' test-retest reliability coefficients and internal consistency reliability coefficients were determined to be at acceptable levels. The PERMA+4 Scales can be applied to scientific studies carried out in Türkiye and might be used as a guide to comprehend the elements that affect workers' motivation and well-being at work, as well as to develop and assess interventions to improve workplace well-being.

Keywords: Well-being, PERMA, PERMA+4, Work-related well-being, Positive functioning

COMPOSITION OF DIPLOSTRACA IN HAMSİLOS BAY IN SUMMER 2024
HAMSİLOS KOYU'NUN 2024 YAZ DÖNEMİ DIPLOSTRACA KOMPOZİSYONU

Funda ÜSTÜN[1], Orçin UYGUN

[1]Doç. Dr., Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı, 0000-0002-7435-8414

[2]Dr. Öğr. Üyesi, Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı, 000-0001-7778-5211

Özet

Hamsilos Koyu'nda Diplostraca üst takımına ait taksonomik kompozisyonu ve bolluk değerlerini belirlemek amacıyla, Haziran-Ağustos 2024 tarihleri arasında dört istasyonda zooplankton örneklemeleri gerçekleştirilmiştir. Örnekler, 335 µm ağ göz açıklığına ve 57 cm ağız çapına sahip plankton kepçesi ile oblik çekim yöntemi kullanılarak toplanmış ve filtre edilen su hacmi Hydro-Bios flowmetre ile belirlenmiştir. Çalışma sonucunda Diplostraca üst takımına ait dört tür (*Evadne spinifera* P.E. Müller, 1867), *Penilia avirostris* Dana, 1849, *Pleopis polyphemoides* (Leuckart, 1859) ve *Pseudevadne tergestina* Claus, 1877) tanımlanmıştır. Diplostraca bolluk değerleri 0,2 birey (b.)/m^3 (Haziran 2024, İstasyon 2) ile 360,6 b./m^3 (Ağustos 2024, İstasyon 1) arasında değişiklik göstermiş olup, ortalama bolluk değeri 55,05 b./m^3 olarak hesaplanmıştır. *P. avirostris*, %86,9'luk oran ve ortalama 47,8 b./m^3 bolluk değeriyle en yaygın tür olmuştur. Bu türe ait en yüksek bolluk değerleri, Temmuz 2024'te İstasyon 2'de 108,6 b./m^3 ve Ağustos 2024'te İstasyon 1'de 326,41 b./m^3 olarak kaydedilmiştir. Öte yandan, *P. polyphemoides* %0,3'lük oran ve ortalama 0,15 b./m^3 ile en az rastlanan tür olmuştur. Bu tür Haziran 2024'te tüm istasyonlarda gözlemlenmiş, en yüksek bolluk değeri ise aynı ayda İstasyon 4'te 1,16 b./m^3 olarak belirlenmiştir. Elde edilen veriler, 2015 yazında aynı bölgede yapılan çalışmayla karşılaştırıldığında, Diplostraca bolluk değerlerinde belirgin bir düşüş olduğunu göstermektedir. Bu farklılık, *P. avirostris*'in yüksek sayısal bolluğuna rağmen, özellikle küçük boyutlu türler olan *E. spinifera* ve *P. polyphemoides*'in bolluk oranlarındaki azalmadan kaynaklanmaktadır. Bu durumun, 2024 yılında kullanılan daha büyük ağ göz açıklığına sahip plankton kepçesi nedeniyle oluşan metodolojik farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu çalışma, farklı ağ göz açıklıklarının zooplankton kompozisyonu üzerindeki etkisini ortaya koymakta ve özellikle küçük boyutlu türlerin izlenmesinde kullanılan ekipman seçiminin, veri karşılaştırılabilirliği açısından ne denli önemli olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Tür kompozisyonu, bolluk, Sinop, Karadeniz

Abstract

To determine the taxonomic composition and abundance values of the superorder Diplostraca in Hamsilos Bay, zooplankton sampling was carried out at four stations between June and August 2024. Samples were collected by oblique method using a plankton net with a mesh size of 335 µm and a mouth diameter of 57 cm, and the amount of filtered water was measured with a Hydro-Bios flowmeter. As a result of the study, four species belonging to the superorder Diplostraca were identified, namely *Evadne spinifera* P.E. Müller, 1867, *Penilia avirostris*

Dana, 1849, *Pleopis polyphemoides* (Leuckart, 1859), and *Pseudevadne tergestina* Claus, 1877. The abundance values of Diplostraca ranged from 0.2 individuals (ind.)/m^3 (June 2024, Station 2) to 360.6 ind./m^3 (August 2024, Station 1), with a mean abundance value of 55.05 ind./m^3. *P. avirostris* was the most abundant species, comprising 86.9% of the total abundance with a mean abundance of 47.8 ind./m^3. The highest abundance values of this species were recorded as 108.6 ind./m^3 at Station 2 in July 2024 and 326.41 ind./m^3 at Station 1 in August 2024. On the other hand, *P. polyphemoides* was the least abundant species with 0.3% (mean abundance of 0.15 ind./m^3), detected at all stations in June 2024, with its highest abundance value being 1.16 ind./m^3 at Station 4 during the same month. Compared to a previous study conducted in the summer of 2015 in the same region, the 2024 data indicate a noticeable decline in Diplostraca abundance. This difference, despite the high numerical abundance of *P. avirostris*, is attributed to the reduced abundance of smaller species *E. spinifera* and *P. polyphemoides*. This change is believed to result from methodological differences, specifically the use of a plankton net with a larger mesh size in 2024. By demonstrating the effect of different mesh sizes on zooplankton composition data, this study fills a critical gap regarding data comparability, particularly concerning equipment selection for monitoring small-sized species.

Keywords: Species composition, abundance, Sinop, Black Sea

BEYOND THE DIAGNOSIS: A CASE STUDY OF THE THERAPLAY PROCESS WITH A CHILD DIAGNOSED WITH NEUROBLASTOMA AND HIS PARENT

TANININ ÖTESİNDE: NÖROBLASTOMLU BİR ÇOCUK VE EBEVEYNİYLE THERAPLAY SÜRECİ ÜZERİNE BİR OLGU SUNUMU

Merve KOCA[1]

[1]Öğretim Görevlisi, Sinop Üniversitesi, Klinik Psikoloji, ORCID: 0000-0002-8780-6423

Özet

Bu olgu sunumunda, 6 yaşındaki A. adlı bir çocuğun nöroblastom tanısı sürecinde yaşadığı gelişimsel ve psikososyal zorluklar, anne ve çocuğun etkileşimleri bağlamında ele alınmıştır. Çocuğun tedavi süreci, aile dinamikleri ve gelişimsel ihtiyaçları üzerine yapılan değerlendirmelerde, Theraplay oyun terapisinin ebeveyn-çocuk ilişkisini güçlendirme, çocuğun duygusal düzenleme, ebeveynin sağlıklı sınırlar koyma ve çocuğun uyuma yönelik davranışları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Süreç boyunca, çocuk ve annesi arasında güçlü bir bağ ve etkileşim olduğu gözlemlenmiş; ancak sınır koyma, duygusal düzenleme ve sosyal etkileşimlerde bazı zorluklar yaşandığı belirlenmiştir. Theraplay terapisinin, çocuğun okula uyum sağlama, özgüven geliştirme, duygusal düzenleme becerilerini güçlendirme ve zorluklarla başa çıkma konularında etkili olduğu gözlemlenmiştir. Bu terapötik sürecin bir diğer önemli katkısı ise, çocuğun sosyal etkileşim becerilerinin gelişmesi ve anne ile arasındaki duygusal bağın pekişmesidir. Theraplay, çocuğun bağımsızlık kazanmasını destekleyerek, yeni beceriler öğrenme ve günlük yaşam zorluklarıyla başa çıkma konusunda daha özgüvenli bir yaklaşım sergilemesini sağlamıştır. Anne ise, çocuğuyla daha tutarlı sınırlar koyabilme ve çocuğunun duygusal ihtiyaçlarına duyarlı bir şekilde yanıt verebilme becerilerini geliştirmiştir. Çocuğun uyku düzeni, yemek alışkanlıkları Theraplay seansları sayesinde daha sağlıklı bir düzene girmiş ve uyum problemlerinde belirgin azalmalar olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Theraplay, nöroblastom, ebeveyn-çocuk etkileşimi

Abstract

This case study examines the developmental and psychosocial challenges faced by a 6-year-old child, A., during his neuroblastoma diagnosis, through the parent-child interactions. The treatment process, family dynamics, and developmental needs were evaluated, focusing on the impact of Theraplay play therapy on strengthening the parent-child relationship, emotional regulation, boundary setting by the parent, and the child's behaviors related to sleep. Throughout the process, a strong bond and interaction were observed between the child and mother, although difficulties in boundary setting, emotional regulation, and social interaction were noted. Theraplay therapy was found to be effective in enhancing the child's school adjustment, self-confidence, emotional regulation skills, and ability to cope with challenges. An additional significant contribution of this therapeutic process was the improvement in the child's social interaction skills and the strengthening of the emotional bond between the child and the mother. Theraplay supported the child in gaining independence, learning new skills, and adopting a more self-confident approach to handle daily life challenges. The mother also developed skills in establishing more consistent boundaries and responding sensitively to the

emotional needs of her child. The child's sleep patterns and eating habits have become healthier through the Theraplay sessions, and a significant reduction in adjustment problems has been observed.

Keywords: Theraplay, neuroblastoma, parent-child interaction

HIGHER EDUCATION STUDENTS' REASONS FOR PREFERENCES AND THEIR PERSPECTIVES ON THE FUTURE OF THEIR PROFESSIONS

YÜKSEKÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNİN TERCİH NEDENLERİ VE MESLEKLERİNİN GELECEĞİYLE İLGİLİ GÖRÜŞLERİ

Özlem BALCI[1], Buse ALTUN[2], Nisa Nur PARLAK[3], Ahmet BOLAT[4]

[1]Öğrenci, Hitit Üniversitesi, Sağlık, 0009-0006-1521-445X

[2]Öğrenci, Hitit Üniversitesi, Sağlık, 0009-0008-9648-8683

[3]Öğrenci, Hitit Üniversitesi, Sağlık, 0009-0008-9648-8683

[4]Dr. Öğr. Üyesi, Hitit Üniversitesi, Sağlık/Eğitim, 0000-0002-3581-2899

ÖZET

Bu araştırma, önlisans öğrencilerinin yükseköğretim kurumlarını tercih etme nedenlerini ve mesleklerinin geleceğine yönelik görüşlerini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma, nicel araştırma yöntemlerinden tarama yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın evrenini önlisans öğrencileri, örneklemini 2024–2025 akademik yılında Sungurlu Meslek Yüksekokulu'nda öğrenim gören ve araştırmaya gönüllü olarak katılan 367 ön lisans öğrencisi oluşturmaktadır. Veriler, uzman görüşleriyle geliştirilmiş 20 maddelik yapılandırılmış bir anket aracılığıyla toplanmıştır. Elde edilen veriler betimsel istatistiksel yöntemlerle analiz edilmiştir. Araştırma bulgularına göre, öğrencilerin meslek yüksekokulunu tercih etme nedenlerinin başında iş bulma kolaylığı ve meslek idealleriyle uyum gelmektedir. Ailenin karar sürecindeki etkisi de belirgin şekilde görülmektedir. Öğrencilerin tercihleri üzerinde ebeveynlerin eğitim ve çalışma durumlarının etkili olduğu gözlemlenmiştir. Kadın öğrenciler terapi, rehabilitasyon ve çocuk gelişimi gibi bölümleri; erkek öğrenciler ise bilgisayar teknolojileri gibi alanları daha fazla tercih etmiştir. Katılımcıların büyük çoğunluğu küçük yerleşim yerlerinden gelmekte olup, üniversite tercihi sürecinde en sık yararlandıkları bilgi kaynaklarının aile ve internet olduğu belirlenmiştir. Öğrenciler mesleklerinin geleceği hakkında genel olarak olumlu bir algıya sahip olmakla birlikte, mezuniyet sonrası iş bulma konusunda yüksek düzeyde kaygı taşımaktadır. Öğrencilerin çoğu seçtikleri mesleği sürdürmek istediğini belirtmiş, ancak kayda değer sayıda öğrenci kararsız olduklarını ifade etmiştir. Ayrıca öğrencilerin okul öncesi mesleki algıları genellikle olumlu olup, bu algılar eğitim süreciyle daha da pekişmiştir. Araştırma sonuçlarına dayanarak, mesleki rehberlik ve kariyer danışmanlığı hizmetlerinin güçlendirilmesi, ailelere yönelik bilgilendirici programlar düzenlenmesi ve öğrencilerin iş kaygılarını azaltmaya yönelik stratejilerin geliştirilmesi önerilmektedir. Bölümlerde cinsiyet dengesi sağlanmalı, bilgi kaynaklarının erişilebilirliği ve kalitesi artırılmalı, mesleki farkındalık seminer ve çalıştaylarla desteklenmelidir. Ayrıca kararsız öğrencilere bireysel danışmanlık sağlanmalı ve eğitim kalitesi artırılarak öğrencilerin olumlu deneyimleri desteklenmelidir.

Anahtar Kelimeler: Yükseköğretim Tercihleri, Meslek Yüksekokulu, Gelecek Kaygısı, Öğrenci Görüşleri

Abstract

This study aims to examine the reasons why associate degree students prefer higher education institutions and their perspectives on the future of their professions. The research was conducted using a quantitative survey method. The population of the study consists of associate degree students, and the sample includes 367 students who were enrolled in Sungurlu Vocational School during the 2024–2025 academic year and voluntarily participated in the research. Data were collected through a structured 20-item questionnaire developed with expert input and analyzed using descriptive statistical methods. According to the findings, the primary reasons students prefer vocational schools are ease of employment and alignment with career ideals. The influence of families in the decision-making process is also significant. It was observed that the education and employment status of parents had an impact on students' choices. Female students predominantly preferred departments such as therapy, rehabilitation, and child development, while male students favored fields such as computer technologies. The majority of participants came from small settlements, and the most frequently utilized information sources during the university selection process were family and the internet. While students generally have a positive perception of the future of their professions, they also experience a high level of anxiety regarding employment after graduation. Most students indicated that they intend to pursue their chosen careers; however, a considerable number expressed indecision. Additionally, students' perceptions of their profession prior to starting school were generally positive and were further reinforced throughout the educational process. Based on the findings, it is recommended to strengthen career guidance and counseling services, organize informative programs for families, and develop strategies to reduce students' employment-related anxiety. Gender balance within departments should be encouraged, the accessibility and quality of information sources should be improved, and professional awareness should be supported through seminars and workshops. Furthermore, individualized counseling should be provided to undecided students, and the quality of education should be enhanced to ensure positive student experiences.

Keywords: Higher Education Preferences, Vocational School, Future Anxiety, Student Opinions

DETERMINATION OF FIRST AID KNOWLEDGE LEVELS OF PROSPECTIVE MEDICAL SALES REPRESENTATIVES

TIBBİ SATIŞ TEMSİLCİSİ ADAYLARININ İLK YARDIM BİLGİ DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ

Buse ALTUN[1], Nisa Nur PARLAK[2], Özlem BALCI[3], Ahmet BOLAT[4]

[1]Öğrenci, Hitit Üniversitesi, Sağlık, 0009-0008-9648-8683

[2]Öğrenci, Hitit Üniversitesi, Sağlık, 0009-0008-9648-8683

[3]Öğrenci, Hitit Üniversitesi, Sağlık, 0009-0006-1521-445X

[4]Dr. Öğr. Üyesi, Hitit Üniversitesi, Sağlık/Eğitim, 0000-0002-3581-2899

Özet

Bu araştırmanın amacı, tıbbi satış temsilcisi adaylarının ilk yardım bilgi düzeylerini belirlemek ve bu konudaki eğitim ihtiyaçlarını ortaya koymaktır. Araştırma, nicel araştırma yöntemlerinden tarama yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın evrenini tıbbi satış temsilcisi adayları, örneklemini, 2024-2025 akademik yılı güz döneminde Sungurlu Meslek Yüksekokulu Tıbbi Tanıtım ve Pazarlama Programında öğrenim gören öğrenciler oluşturmaktadır. Veriler, Değer Şanlıer (2010) tarafından geliştirilen ve 48 çoktan seçmeli maddeden oluşan bir başarı testi aracılığıyla Google Form üzerinden toplanmıştır. Elde edilen veriler Microsoft Excel programında analiz edilerek frekans ve yüzde hesaplamaları yapılmış, grafik ve tablolarla desteklenmiştir. Araştırma bulgularına göre, katılımcıların büyük çoğunluğu 19–21 yaş aralığında olup, kadın adayların oranı daha fazladır. Katılımcıların bir kısmının ilk yardım eğitimi aldığı ve ilk yardım sertifikasına sahip olduğu belirlenmiştir. Genel olarak temel kavramlara yönelik bilgi düzeylerinin yüksek olduğu, ancak uygulamalı tekniklere ve acil müdahale yöntemlerine dair bilgilerde önemli eksikliklerin bulunduğu gözlemlenmiştir. Özellikle Heimlich manevrası, turnike uygulaması ve koma pozisyonu gibi kritik tekniklerde doğru bilgi oranı düşüktür. Bu durum, teorik bilginin uygulamaya dönüştürülmesinde yetersizlik olduğunu ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, tıbbi satış temsilcisi adaylarının ilk yardım konusundaki bilgi düzeylerinin artırılması için zorunlu ve uygulamalı eğitimlerin yaygınlaştırılması, sertifikalı programların teşvik edilmesi, pratik becerilerin geliştirilmesine yönelik atölye ve simülasyonların kullanılması önerilmektedir. Ayrıca eğitimlerin sürekliliğini sağlamak amacıyla meslek içi güncellemeler yapılmalı, değerlendirme ve geri bildirim mekanizmaları kurulmalı, erişilebilir görsel ve dijital materyallerle eğitim desteklenmelidir.

Anahtar kelimeler: İlk Yardım Bilgisi, Tıbbi Satış Temsilcisi Adayları, Sağlık Eğitimi

Abstract

The aim of this study is to determine the first aid knowledge levels of prospective medical sales representatives and to identify their educational needs in this area. The research was conducted using the quantitative survey method. The population of the study consists of prospective medical sales representatives, and the sample includes students enrolled in the Medical Promotion and Marketing Program at Sungurlu Vocational School during the fall semester of the 2024–2025 academic year. Data were collected via a 48-item multiple-choice achievement

test developed by Değer Şanlıer (2010), administered through a Google Form. The collected data were analyzed using Microsoft Excel, and frequency and percentage calculations were made; findings were presented using tables and graphs. According to the findings, the majority of participants were between the ages of 19 and 21, with a higher proportion of female students. Some participants had received first aid training and held first aid certificates. While knowledge levels regarding basic concepts were generally high, significant deficiencies were observed in practical techniques and emergency response procedures. In particular, the rate of correct responses was low for critical techniques such as the Heimlich maneuver, tourniquet application and recovery position. This indicates a lack of ability to translate theoretical knowledge into practical application. As a result, it is recommended to expand compulsory and practical first aid training programs to improve the first aid knowledge of medical sales representative candidates. Participation in certified training programs should be encouraged, and hands-on workshops and simulations should be implemented to enhance practical skills. Additionally, in-service training should be regularly organized to ensure the continuity of education, and evaluation and feedback mechanisms should be established. Finally, accessible visual and digital learning materials should be provided to support the learning process.

Keywords: First Aid Knowledge, Prospective Medical Sales Representatives, Health Education

AKTİF YAŞLANMA ve TİP 2 DİYABET

Zeynep KAÇAR[1]

[1]Öğretim Görevlisi, Sinop Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Sağlık Bakım Hizmetleri Bölümü Yaşlı Bakımı Programı, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon,

0000-0002-0079-0976

Özet

Dünyada hızla artan yaşlı nüfusu ve kronik hastalıkların yaşla birlikte artan prevalansı aktif yaşlanma kavramının ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Kişilerin yaşlandıkça yaşam kalitesini artırmak amacıyla sağlık, katılım ve güvenlik fırsatlarını optimize etme süreci olarak bilinen aktif yaşlanma kapsamında bireylerin yaşam kalitesinin güçlendirilmesi için sağlık, katılım ve güvenlik fırsatlarının optimize edilmesi önem arz etmektedir. Tip 2 diyabet yaşlılıkta en sık görülen komorbiditelerden biridir ve artan yaş ile tip 2 diyabet (T2D) arasında güçlü bir ilişki mevcuttur; yaşlı yetişkinler diyabet tanısı alan tüm yetişkinlerin neredeyse yarısını oluşturmaktadır. Artmış hipoglisemik olay yatkınlığı, komorbiditelerin varlığı, kırılganlık riskinin artmasına yol açabilecek dayanıklılık eksikliği ve bireysel bakım ihtiyaçları yaşlılarda hastalık yönetiminin karmaşıklığını daha da artırmaktadır. Dolayısıyla bu durum aktif yaşlanmanın önünde büyük bir engeldir. Yaşlılarda T2D diğer komorbiditeleri arttıran bir durum olmasıyla birlikte yaşlılık faktörü T2D kontrolünü zorlaştırdığı için yaşlılık ve T2D birbiriyle kısır döngü oluşturmaktadır. Bu nedenle yaşlılarda T2D kontrolü oldukça önemlidir. Literatürde optimal bir T2D yönetimi için farmakolojik tedavinin yanı sıra farklı egzersiz müdahaleleri, beslenme, sedanter davranışların azaltılması gibi çeşitli yaklaşımlar mevcuttur. Aktif yaşlanma için farklı egzersiz modaliteleri kullanılmakla birlikte hangisinin daha etkili olduğuna dair kesin kanıtlar bulunmamaktadır ancak sedanter geçirilen zamanı azaltmak T2D yönetiminde oldukça etkili bir yöntemdir. Bu derlemede, aktif yaşlanma için yaşlılarda optimal bir T2D yönetimiyle ilgili literatürdeki güncel bilgilere değinilecektir.

Anahtar kelimeler: Tip 2 diyabet, aktif yaşlanma, egzersiz

Abstract

The rapidly increasing elderly population worldwide, along with the rising prevalence of chronic diseases associated with aging, has led to the emergence of the concept of active aging. Defined as the process of optimizing opportunities for health, participation, and security in order to enhance quality of life as individuals age, active aging emphasizes the importance of strengthening these three pillars to support well-being in later life. Type 2 diabetes (T2D) is one of the most common comorbidities in older adults, and there is a strong correlation between advancing age and the development of T2D. Older adults constitute nearly half of all adults diagnosed with diabetes. Increased susceptibility to hypoglycemic events, the presence of comorbid conditions, a lack of resilience that may heighten the risk of frailty, and the need for individualized care further complicate disease management in older adults. Consequently, these factors represent significant barriers to active aging. T2D not only contributes to the development of other comorbidities in the elderly, but aging itself also makes T2D management more challenging, creating a vicious cycle between aging and diabetes. Therefore, effective

T2D management in older adults is of critical importance. In the literature, various approaches to optimal T2D management have been proposed, including pharmacological treatment as well as non-pharmacological strategies such as different exercise interventions, nutritional modifications, and reducing sedentary behavior. While a variety of exercise modalities are used to promote active aging, there is no conclusive evidence indicating which is most effective. However, reducing sedentary time has proven to be a highly effective strategy in managing T2D. This review will address the current literature on optimal T2D management in older adults within the context of active aging.

Keywords: Type 2 diabetes, active aging, exercise

1. GİRİŞ

Dünyada yaşlı nüfusu hızla artmaktadır. Öyle ki 2019 yılında dünya çapında yaklaşık 700 milyon olan yaşlı yetişkin sayısının 2050 yılına kadar 2 katına çıkması beklenmektedir (United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2019). Kronik hastalıkların prevalansı küresel olarak artmaktadır ve en yüksek oran 65 yaş üstü yaşlı yetişkinlerde görülmektedir (Violan C vd., 2014). Düzenli fiziksel aktivite ve uzun süre oturmaktan kaçınmayı içeren aktif yaşlanma, erken ölüm, morbidite riskinin azalması, kronik hastalıkların daha iyi yönetilmesi ve daha yüksek yaşam kalitesi ile ilişkilidir (Ozemek, 2019).

Yaşlanma ile birlikte görülme sıklığı artan kronik hastalıklardan biri de tip 2 diyabettir (T2D). Yaşlı yetişkinler diyabet tanısı alan tüm yetişkinlerin neredeyse yarısını oluşturmaktadır ve bunların %90'ı T2D'dir (Khan vd., 2020; NHS Digital, 2018). Yaşlılık ve T2D birlikte bir kısır döngü oluşturur: Yaşlanma, hem β hücre disfonksiyonu yoluyla, hem de obezite ve diğer risk faktörleri yoluyla insülin direncini artırarak T2D oluşumuna yol açar (Chia vd., 2018). Tersine T2D de yaşlanmayı ilerleten bir durumdur. Hem yağ dokusu hem de iskelet kaslarında insülin direncinin artması ve proinflamatuar yolların aktivasyonu, iskelet kası kaybı (sarkopeni) ve fonksiyon bozukluğu (örneğin mitokondriyal fonksiyon bozukluğu, reaktif oksijen türlerinin birikmesi ve iskelet kaslarında oksidatif stres seviyelerinin artması) ve pankreas β hücresi işlev bozukluğu (örneğin, glikotoksisite, lipotoksisite ve/veya β hücresi yaşlanması nedeniyle azalan insülin sekresyonu) bu kısır döngünün patofizyolojisindeki anahtar parametrelerdir (Bellary vd., 2021).

T2D mikro ve makrovasküler komplikasyon riskinin yanı sıra düşme, kırık ve kognitif bozukluk gibi geriatrik sendrom riskini de artırır. Yaşlı popülasyonda T2DM'nin yönetimi klinisyen için bir zorluk teşkil etmektedir ve fonksiyonel ve bilişsel durum komorbiditeleri, yaşam beklentisi ve tedavi tipine göre glikozillenmiş hemoglobin (HbA1c) hedefini belirlemek için kapsamlı geriatrik değerlendirmeye her zaman öncelik verilmelidir (Calabrese vd., 2021).

Yaşam tarzı değişiklikleri, diyet ve egzersize ek olarak, diyabetin başarılı bir şekilde öz yönetimi için hastaların ve bakım verenlerin eğitimi de hem bir hedef hem de tedavinin gerçek bir parçası olarak görülmelidir ve yaygın olarak tavsiye edilmektedir (Williams vd.,2019; Bernard vd., 2019).

Yaşlılarda T2D komorbiditeleri arttıran bir durumdur ve yaşlılık da T2D kontrolünü zorlaştırarak bu iki durum birbiriyle kısır döngü oluşturmaktadır. Dolayısıyla yaşlılarda T2D kontrol altına alınması gereken ciddi bir durumdur (Laiteerapong & Huang, 2018).

1.1.Aktif Yaşlanma

Aktif yaşlanma, insanlar yaşlandıkça yaşam kalitesini artırmak amacıyla sağlık, katılım ve güvenlik fırsatlarını optimize etme sürecidir (WHO, 2002). Aktif yaşlanma hem bireyler hem de nüfus grupları için geçerlidir. İnsanların yaşamları boyunca fiziksel, sosyal ve zihinsel refah

potansiyellerini gerçekleştirmelerine ve ihtiyaçları, istekleri ve kapasiteleri doğrultusunda topluma katılmalarına olanak tanırken, yardıma ihtiyaç duyduklarında onlara yeterli koruma, güvenlik ve bakım sağlar. "Aktif" kelimesi, yalnızca fiziksel olarak aktif olma veya işgücüne katılma yeteneğini değil, sosyal, ekonomik, kültürel, manevi ve sivil işlere sürekli katılımı ifade eder. Emekli olan yaşlılar, hasta ya da engelli yaşayanlar ailelerine, akranlarına, bulunduğu topluma ve uluslarına aktif katkıda bulunmaya devam edebilirler. Aktif yaşlanma, zayıf, engelli ve bakıma muhtaç olanlar da dahil olmak üzere, yaşlandıkça tüm insanlar için sağlıklı yaşam beklentisini ve yaşam kalitesini uzatmayı amaçlamaktadır (WHO, 2002). Aktif yaşlanmanın temel olarak 6 adet belirleyicisi vardır (Paúl & Ribeiro, 2012). Bunlar tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1

Aktif yaşlanmanın belirleyicileri

Sağlık ve sosyal hizmetler	Mental sağlık bakımı, sürekli bakım, sağlık hizmetleri
Davranışsal	Alkol, sigara, ağız sağlığı, fiziksel aktivite, gıda tüketimi, tıp hizmetlerinden faydalanma
Bireysel faktörler	Genetik, psikolojik, biyolojik
Fiziksel çevre	Konut güvenliği, yaşlı dostu çevre, düşmeler, çevrenin temizliği
Sosyal faktörler	Sosyal destek, eğitim, şiddet
Ekonomik faktörler	Sosyal güvenlik, ücretler, çalışma

1.2.Tip 2 Diyabet (T2D) ve Yaşlılık

T2D, dokulardaki insülin etkisinin azalması ve pankreatik beta hücrelerinden uygunsuz insülin salgılanmasından kaynaklanan, hiperglisemi ve değişen lipid metabolizması ile karakterize bir metabolik hastalıktır (Nolan & Prentki, 2011).

Dünyada 11 kişiden 1'inde diyabet mevcut(%90'ı tip2). Artan yaş ile T2DM arasında güçlü bir ilişki mevcuttur; yaşlı yetişkinler diyabet tanısı alan tüm yetişkinlerin neredeyse yarısını oluşturmaktadır. Artmış hipoglisemik olay yatkınlığı , komorbiditelerin varlığı, kırılganlık riskinin artmasına yol açabilecek dayanıklılık eksikliği ve bireysel bakım ihtiyaçları yaşlılarda hastalık yönetiminin karmaşıklığını daha da artırmaktadır (Khan vd.,2020; NHS Digital, 2018).

Diyabetli yaşlı yetişkinlerde fonksiyonel sakatlık, erken ölüm, hızlanmış kas kaybı, koroner kalp hastalığı, hipertansiyon ve felç gibi eşlik eden hastalıkların diyabeti olmayanlara göre daha oranları daha yüksektir. Aynı zamanda diyabetli yaşlı yetişkinler, polifarmasi, bilişsel bozukluk, depresyon, idrar kaçırma, yaralanmaya neden olan düşmeler, kalıcı ağrı ve kırılganlık gibi bazı yaygın geriatrik sendromlar açısından diğer yaşlı yetişkinlere göre daha büyük risk altındadır (Laiteerapong & Huang, 2018).

Popülasyonlar yaşlandıkça kas-iskelet sistemi hastalıklarının ve metabolik hastalıkların görülme sıklığı ve artmaktadır (Hoy vd., 2018). Yağlanma ve düşük kas kütlesi T2D de dahil olduğu artmış metabolik bozukluk insidansı ile ilişkilidir (Cho vd., 2018). Literatüre bakıldığında "kas kütlesi ve fonksiyonunda yaşa bağlı azalmalar" olarak tanımlanan

sarkopeninin T2D'in hem nedeni hem de sonucu olduğu iddia edilmektedir (Scott & Ebeling, 2017) .

T2D, makro/mikro-vasküler komplikasyonlara yol açan, artan ileri glikasyon son ürünleri, insülin direnci, oksidatif stres ve proinflamatuar fenotip ile karakterizedir. Bu durum normal hücre işleyişini bozar iskelet kası kütlesinde, gücünde ve fonksiyonunda kayıplara yol açarak sarkopeni gelişmesine yol açar. Tersine, sarkopeni de düşük kas kütlesi ve işlevi, daha zayıf glukoz atılımına ve metabolik hız azalışına ve fiziksel inaktiviteye yol açabilir; bunların tümü sarkopenili yaşlı yetişkinleri T2DM gelişme riskinin artmasına neden olabilir (Nowotny vd., 2015).

T2D, tipik olarak artan insülin direnci ile insülin salgılanmasının bozulması arasındaki dengesizliğin sonucudur. Yaşlanma, hem insülin sekresyonunun eksikliğini vurgulayan azalmış β hücre fonksiyonu yoluyla doğrudan, hem de obezite ve diğer risk faktörleri yoluyla insülin direncini artırarak dolaylı yoldan T2D patogenezine katkıda bulunur. Ayrıca obezite ile ilişkili faktörler ve hiperglisemi de biyolojik yaşlanmaya katkıda bulunur (Chia vd., 2018).

Hücresel yaşlanma ve çeşitli organ veya dokulardaki (örneğin yağ dokusu, iskelet kasları ve pankreas) fonksiyon bozukluğu, özellikle ektopik yağlanma ve merkezi obezite olmak üzere artan yağlanmanın patofizyolojisini oluşturur: Hem yağ dokusu hem de iskelet kaslarında insülin direncinin artması ve proinflamatuar yolların aktivasyonu, iskelet kası kaybı (sarkopeni) ve fonksiyon bozukluğu (örneğin mitokondriyal fonksiyon bozukluğu, reaktif oksijen türlerinin birikmesi ve iskelet kaslarında oksidatif stres seviyelerinin artması) ve pankreas β hücresi işlev bozukluğu (örneğin, glikotoksisite, lipotoksisite ve/veya β hücresi yaşlanması nedeniyle azalan insülin sekresyonu) bu kısır döngünün patofizyolojisindeki anahtar parametrelerdir (Bellary vd., 2021).

1.3.T2D'i Olan Yaşlılarda Aktif Yaşlanma İçin Öneriler

1.3.1. Hipoglisemi İçin Öneriler

Amerikan Diyabet Derneği'ne göre diyabetli yaşlılar; işlevsel durumu iyi olan sağlıklı hastalar, komplikasyonları olan ve işlevselliği azalmış hastalar ve yaşamın sonundaki savunmasız hastalar olarak üç gruba ayrılmalıdır ve tedavi hedefleri gruplar arası değişkenlik göstermelidir.

Çoklu günlük dozlarda insülin kullanan tip 2 diyabetli yaşlı yetişkinler için, glisemik sonuçları iyileştirmek ve glukoz değişkenliğini azaltmak için sürekli glukoz takibi düşünülmelidir. Tedavi hedefleri şunlardır: Birkaç eşlik eden kronik hastalığı olan ve bilişsel-işlevsel durumu iyi olan yaşlılar daha düşük glisemik hedeflere sahip olmalıdır (HbA1c <%7,0–7,5), bilişsel bozukluk veya fonksiyonel bağımlılığı fazla olanlarda daha yüksek glisemik hedefler kabul edilebilir(HbA1c <%8,0).

1.3.2. Farmakolojik Tedavi Önerileri

Hipoglisemi riski yüksek olanlarda hipoglisemi oluşma ihtimali düşük olan ilaç sınıfları tercih edilmelidir, ayrıca hipoglisemi ve polifarmasi riskini azaltmak ve hastalığın yükünü düşürmek için karmaşık tedavi planları(özellikle insülin) basitleştirilmelidir.

Diyabetli yaşlı yetişkinlerin yönetimini iyileştirmek için uzun süreli bakım ve rehabilitasyon tesislerindeki personele yönelik diyabet eğitiminin değerlendirilmesi gerekmektedir.

Uzun süreli bakım tesislerinde kalan diyabetli kişilerin, kişiselleştirilmiş glisemik hedefleri belirlemek ve klinik ve fonksiyonel durumlarına göre uygun glikoz düşürücü ajan seçimlerini yapmak için dikkatli bir değerlendirmeye ihtiyaçları vardır.

1.3.3. Yaşam Tarzı Yönetimi Önerileri

Yaşlı yetişkinlerde yaşam tarzı yönetimi kırılganlık durumuna göre uyarlanmalıdır. Yaşlanan popülasyonda diyabet, kas gücünün azalması, kas kalitesinin azalması ve kas kütlesi kaybının hızlanmasıyla ilişkilidir; bu da sarkopeni ve/veya osteopeni ile sonuçlanabilir Diyabet aynı zamanda kırılganlık için bağımsız bir risk faktörü olarak da kabul edilmektedir. Kırılganlık, fizyolojik hassasiyet ve fonksiyonel veya psikososyal stres etkenleri nedeniyle fiziksel performansta azalma ve kötü sağlık sonuçları riskinin artmasıyla karakterize edilir. Yetersiz beslenme , özellikle de yetersiz protein alımı, yaşlı yetişkinlerde sarkopeni ve kırılganlık riskini artırabilir. Diyabette kırılganlığın yönetimi, aerobik, ağırlık taşıma ve direnç antrenmanını içeren bir egzersiz programıyla birlikte yeterli protein alımıyla birlikte optimal beslenmeyi içerir. Yapılandırılmış bir egzersiz programının zayıf yaşlı yetişkinlerde faydaları arasında hareketsiz kalma süresinin azaltılması, hareket kabiliyetinin engellenmesinin önlenmesi ve kırılganlığın azaltılması yer almaktadır. Bu programların amacı kilo vermek değil, fonksiyonel durumu arttırmaktır. Tip 2 diyabetli ve aşırı kilolu veya obeziteli, kırılgan olmayan yaşlı yetişkinler için, kilo vermek üzere tasarlanmış yoğun bir yaşam tarzı müdahalesi, birçok sonuç açısından faydalıdır (ElSayed vd., 2023).

Dolayısıyla T2D'i olan yaşlı bireyler için yaşam tarzı önerileri şunlardır: Bireyler optimal beslenme ve protein alımına, aerobik aktivite, ağırlık kaldırma egzersizi / direnç eğitimi de dahil olmak üzere düzenli egzersiz yapmaya teşvik edilerek yaşam kalitesi, fiziksel fonksiyon ve kardiyometabolik risk faktörleri kontrol altına alınmalıdır.

1.3.4. Egzersiz ve Beslenme Önerileri: Potansiyel Terapötik Müdahaleler

1.3.4.1. Direnç egzersizi

Yaşlılarda kas lehine faydalar elde etmek için haftada en az iki seans direnç egzersizi yapılmalıdır. Egzersiz programı tasarımı, egzersiz başına çeşitli tekrarlar ve setler içeren, tüm vücudu hedef alan ana kas gruplarına odaklanmalıdır (Marcotte-Chénard vd., 2023). Kaslara ek olarak direnç egzersizi aynı zamanda T2D'li yaşlı yetişkinler için de geçerli olabilecek glisemik kontrolü iyileştirme yeteneğine sahiptir. 1 maksimum tekrarın'ın (1RM) %75'i şiddetle yapılan egzersizler HbA1c'de düşük/orta şiddete göre daha fazla düşüşe sebep olur (C. Hurst, et al). T2D'li sarkopenik yaşlı bireylerde direnç eğitiminin glikolize albümin, ve açlık kan glikozunu azalttığı, kas kuvvetini arttırdığı bildirilmiştir (Ding C). T2D'i olan yaşlı bireylere önerilebilecek direnç egzersizi klavuzu tablo 2'de gösterilmiştir (Marcotte-Chénard vd., 2023).

Tablo 2

Direnç eğitimi klavuzu

Eğitim sıklığı	•Haftada en az iki seans
Egzersiz seçimi	•Ana kas gruplarını içeren üst ve alt vücut egzersizleri (Bench press, omuz press, bent over row, squat, leg press, leg curl). •Ağır sarkopenisi olan kişiler için vücut ağırlığıyla yapılan egzersizler •Fonksiyonel hareketlerin dahil edilmesi.
Egzersiz yoğunluğu	•1RM'nin %70 ila 85'i arasında •RPE ≥7 veya Borg ölçeğine göre 15 ile 18 arasında.
Egzersiz volümü	•1-3 set 8-12 tekrar, 8-10 ana kas grubu.

Dinlenme süresi	•Daha küçük kas kütlesi veya tek eklem egzersizleri (Biceps curl) için 60 ile 90 saniye arasında. •Daha yüksek yoğunluklarda gerçekleştirildiğinde bileşik hareket (örneğin squat) için daha uzun bir dinlenme süresi (≥120 saniye). •Seanslar arasında en az 48 saat.
Varyasyon/ekleme	•Kan akışı kısıtlamasını dahil etmek. •Denge eğitimi.

1.3.4.2. Aerobik Egzersiz

Aerobik egzersizin yaşlı yetişkinlerde sağlıkla ilgili çok sayıda parametreyi (Zirve VO2 , glisemik kontrol ve kan basıncı dahil) iyileştirdiği iyi bilinmektedir (Bouaziz vd., 2017). T2D tedavisinde aerobik egzersizin HbA1c'yi başarılı bir şekilde azalttığı gösterilmiştir, ancak bu iyileşmenin aynı zamanda egzersiz hacmi ve yoğunluğu tarafından da modüle edildiği görülmektedir (Delevatti vd., 2019). Son birkaç dekadta bu parametreleri manipüle eden çeşitli aerobik egzersiz yöntemlerinin ortaya çıkması şaşırtıcıdır; odak noktasının çoğunluğu yüksek yoğunluklu aralıklı eğitim (HIIT) ve orta yoğunluklu sürekli eğitim (MICT) üzerindedir. Birkaç meta-analiz, HbA1c'yi düşürmede HIIT ve MICT arasında hiçbir fark olmadığını gösterirken (de Nardi vd., 2018; de Mello vd., 2022) Liu ve arkadaşları HIIT'in glisemik kontrolü iyileştirmede MICT'den üstün olabileceğini göstermiştir (Liu vd., 2019). Bu doğrultuda ayrıca artan yoğunluğun glisemik kontrolde daha büyük bir iyileşme sağlayabileceğine işaret edilmiştir (Liubaoerjijin vd., 2016). Bir bütün olarak ele alındığında, daha yüksek yoğunluk glisemik kontrolde daha fazla iyileşme sağlayabilirken, HIIT ve MICT'nin T2D'li bireylerde A1c'de benzer bir azalma sağladığı görülmektedir.

HIIT ve MICT'nin akut ve kronik glisemik kontrol üzerindeki yararlı etkisine ek olarak, her iki egzersiz yönteminin de kardiyorespiratuvar kondisyonu (Zirve VO_2) iyileştirdiği gösterilmiştir (Abushamat vd., 2020).

Özetle, güncel egzersiz kılavuzları hedeflerine ulaşmak için aerobik egzersiz reçete edilmelidir (haftada ≥150 dk orta ila yüksek şiddetli) (Sigal vd., 2018). Hem HIIT hem de MICT, glisemik kontrolü iyileştirme potansiyeline sahiptir, ancak daha yüksek yoğunluklu aerobik egzersiz, daha kısa sürede karşılaştırılabilir faydalar sağlayabilir ve zaman kısıtlaması olan kişiler için uygun bir seçenek sağlayabilir. Üstelik HIIT, özellikle daha uzun süreli aralıklarla ve seans başına yüksek yoğunlukta daha fazla zaman harcandığında gerçekleştirildiğinde, MICT'ye kıyasla Zirve VO_2'yi daha büyük ölçüde iyileştirdiği görülmektedir. Ayrıca sabah saatlerinde egzersiz 24 saatlik glisemiye daha fazla fayda sağlayabilir, ancak bu sonuçların daha fazla doğrulanması gerekmektedir. Bu optimize edici değişkenlere ek olarak, egzersiz reçetesi aynı zamanda kişinin kişisel egzersiz tercihine (örn. bisiklete binme, koşma, dans), tıbbi geçmişine , herhangi bir fiziksel sınırlamaya, toleransa ve fonksiyonel yeteneğe göre kişiselleştirilmelidir (Izquierdo vd., 2021).

1.3.4.3. Günlük Yaşam Aktivitesi ve Sedanter Davranış

RT ve AT'ye ek olarak, günlük yaşam aktivitelerini arttırmak ve uzun süreli hareketsiz kalma sürelerini kırmak, sağlık açısından önemli etkilere sahip olabilir. Yakın zamanda yapılan bir meta-analiz, hafif fiziksel aktivite ile hareketsiz davranışın akut olarak kesilmesinin T2D hastalarında glukoz homeostazisini iyileştirebileceğini göstermiştir (León vd., 2022). Benzer şekilde, fiziksel aktivite seviyesinden bağımsız olarak, artan hareketsiz davranış, toplum içinde

yaşayan yaşlı erişkinlerde kas kütlesinin azalması ve daha yüksek sarkopeni riski ile bağlantılıdır (Gianoudis & Daly, 2015). Bu nedenle, Kanada 24 Saatlik Hareket Yönergeleri doğrultusunda, risk altındaki ya da sarkopeni ve T2D'den muzdarip yaşlı yetişkinlerin, hareketsiz davranışlarda geçirdikleri süreyi günde 8 saatle ve eğlence amaçlı ekran süresini günde 3 saatle sınırlandırmalarını önerilmektedir (Ross vd., 2020). Dolayısıyla sağlık hizmeti sağlayıcıları, uzun süreli hareketsiz davranışları azaltmak için stratejiler uygulamaya çalışmalıdır. Bu durum, son zamanlarda "egzersiz atıştırmalıkları" olarak adlandırılan; kısa süreli (≤1 dakika) yoğun fiziksel egzersizlerin uygulanması gerektiğini gündeme getirmiştir. Bu egzersiz atıştırmalıklarının gün boyunca zaman dilimlerine yayılarak yapılması, yalnızca hareketsiz zamanı azaltmakla kalmayıp aynı zamanda zirve VO2 ve insülin direncini iyileştirir (Islam ve Little, 2022) . Bu yüzden, mevcut egzersiz kurallarına ek olarak, kişinin kardiyometabolik sağlığını olumlu yönde etkilemek için günlük yaşam aktiviteleri arasında bu kısa yapılandırılmamış egzersiz seansları uygulanabilir.

1.3.4.4. Beslenme

T2D, metabolizmanın glikoz-insülin ekseninde bir bozukluktur. Bu nedenle, diyetteki karbonhidrat yüksek glikoz konsantrasyonuna katkıda bulunan ana faktör olduğundan, karbonhidrat kısıtlaması T2D'nin klinik komplikasyonlarını hafifletmek için etkili bir müdahaledir. Bu popülasyon için düşük karbonhidratlı bir diyetin olası faydaları şunlardır: gelişmiş glisemik kontrol, kilo yönetimi, azalmış insülin direnci, daha düşük yağ depolaması (örn. hepatik, pankreas, kas), gelişmiş beta hücre fonksiyonu, gelişmiş kan basıncı, azalmış trigliserit seviyeleri, ve daha düşük inflamasyon [Nielsen & Joensson, 2008; Hansen vd., 2023; Wheatley vd., 2021). Bu nedenle, karbonhidrat kısıtlaması T2D'i olan kişiler için önemli bir beslenme stratejisidir.

Yeterli protein alımı, T2D'li yaşlı bireylerde glukoz regülasyonunu kolaylaştırabilecek postprandiyal insülin sekresyonunu doğrudan teşvik edebilir (Lewgood vd., 2021). Ayrıca kas protein sentezinin artması, iştah kontrolü ve tokluk yeterli protein alımının T2D'li yaşlı bireylerde ek faydalarıdır (Lewgood vd., 2021).

T2D'de, randomize klinik çalışmalardan elde edilen sistematik bir inceleme ve meta-analiz , omega-3 takviyesinin açlık kan şekeri ve insülin direnci üzerinde faydalı sonuçlar verdiğini göstermiştir (Delpino vd., 2022).

T2D perspektifinden bakıldığında, kreatin takviyesi, GLUT-4 (glikoz taşıyıcı protein) sentezini artırarak iskelet kasının glisemik kontrolünü iyileştirme potansiyeline sahiptir (Eijnde vd., 2001). Ayrıca, randomize, çift kör, plasebo kontrollü bir çalışmada, direnç egzersizi eğitimiyle birlikte 12 haftalık kreatin takviyesinin (günde 5 g) plaseboya kıyasla HbA1c'yi azalttığını gösterilmiştir (Gualano vd., 2011). Kreatin takviyesi , özellikle direnç egzersizi ile birleştirildiğinde daha sağlıklı bir metabolik profili destekleyebilecek glikoz homeostazisinde değişiklikleri teşvik etme yeteneğine sahiptir (Solis & Gualano, 2021).

2. SONUÇ

T2D yaşlılarda oldukça sık görülen bir komorbiditedir. Yaşlanma çeşitli risk faktörlerinin artışı yoluyla T2D oluşumuna zemin hazırlar, tersine T2D de yaşlılığı hızlandırır. Dolayısıyla T2D ve yaşlılık birbirini tetikleyen faktörlerdir. T2D düşme, kırılganlık gibi geriatrik sendromların görülme olasılığını artırır. O nedenle özellikle yaşlı bireylerde T2D yönetimi oldukça önemlidir. Optimal bir T2D yönetimi için literatürde çeşitli öneriler mevcuttur. Aktif yaşlanma kapsamında özellikle T2D'i olan yaşlı bireylerin yaşam kalitesinin güçlendirilmesi için sağlık, katılım ve güvenlik fırsatlarının optimize edilmesi sürecinde bireylere beslenme ve fiziksel aktivitenin dahil olduğu yaşam tarzı müdahaleleri uygulanmalıdır.

3. KAYNAKLAR

Abdul Basith Khan, M., Hashim, M. J., King, J. K., Govender, R. D., Mustafa, H., & Al Kaabi, J. (2020). Epidemiology of type 2 diabetes—global burden of disease and forecasted trends. *Journal of Epidemiology and Global Health, 10*(1), 107–111. https://doi.org/10.2991/jegh.k.191028.001

Abushamat, L. A., McClatchey, P. M., Scalzo, R. L., Schauer, I., Huebschmann, A. G., Nadeau, K. J., ... & Reusch, J. E. (2020). Mechanistic causes of reduced cardiorespiratory fitness in type 2 diabetes. *Journal of the Endocrine Society*, *4*(7), bvaa063. https://doi.org/10.1210/jendso/bvaa063

Bellary, S., Kyrou, I., Brown, J. E., & Bailey, C. J. (2021). Type 2 diabetes mellitus in older adults: Clinical considerations and management. *Nature Reviews Endocrinology*, *17*(9), 534–548. https://doi.org/10.1038/s41574-021-00508-5

Bernard, M., Müller, N., Hecht, L., Fabisch, G., Harder, A., & Luck-Sikorski, C. (2019). Efficacy of Dia Life, an education program for relatives of adult patients with diabetes–study protocol of a cluster randomized controlled trial. *Trials, 20*, 1–11. https://doi.org/10.1186/s13063-019-3305-9

Bouaziz, W., Vogel, T., Schmitt, E., Kaltenbach, G., Geny, B., & Lang, P. O. (2017). Health benefits of aerobic training programs in adults aged 70 and over: A systematic review. *Archives of Gerontology and Geriatrics, 69*, 110–127. https://doi.org/10.1016/j.archger.2016.11.011

Calabrese, A. M., Calsolaro, V., Rogani, S., Okoye, C., Caraccio, N., & Monzani, F. (2021). Optimal type 2 diabetes mellitus management and active ageing. *Endocrines*, *2*(4), 523–539. https://doi.org/10.3390/endocrines2040043

Chia, C. W., Egan, J. M., & Ferrucci, L. (2018). Age-related changes in glucose metabolism, hyperglycemia, and cardiovascular risk. *Circulation Research*, *123*(7), 886–904. https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.118.312434

Cho, N. H., Shaw, J. E., Karuranga, S., Huang, Y., da Rocha Fernandes, J. D., Ohlrogge, A. W., & Malanda, B. I. D. F. (2018). IDF Diabetes Atlas: Global estimates of diabetes prevalence for 2017 and projections for 2045. *Diabetes Research and Clinical Practice, 138*, 271–281. https://doi.org/10.1016/j.diabres.2018.02.023

de Mello, M. B., Righi, N. C., Schuch, F. B., Signori, L. U., & da Silva, A. M. V. (2022). Effect of high-intensity interval training protocols on VO_2max and HbA1c level in people with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine, 65*(5), 101586. https://doi.org/10.1016/j.rehab.2022.101586

De Nardi, A. T., Tolves, T., Lenzi, T. L., Signori, L. U., & da Silva, A. M. V. (2018). High-intensity interval training versus continuous training on physiological and metabolic variables in prediabetes and type 2 diabetes: A meta-analysis. *Diabetes Research and Clinical Practice, 137*, 149–159. https://doi.org/10.1016/j.diabres.2017.12.020

Delevatti, R. S., Bracht, C. G., Lisboa, S. D. C., Costa, R. R., Marson, E. C., Netto, N., & Kruel, L. F. M. (2019). The role of aerobic training variables progression on glycemic control of patients with type 2 diabetes: A systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine - Open, 5*(1), 1–17. https://doi.org/10.1186/s40798-019-0201-5

Delpino, F. M., Figueiredo, L. M., da Silva, B. G. C., da Silva, T. G., Mintem, G. C., Bielemann, R. M., & Gigante, D. P. (2022). Omega-3 supplementation and diabetes: A systematic review

and meta-analysis. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 62*(16), 4435–4448. https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1879720

Ding, C., Xu, L., & Zhang, W. (2023). Application of progressive resistance exercise in elderly patients with type 2 diabetes mellitus complicated with sarcopenia. *Minerva Pediatrica (Torino).* Advance online publication. https://doi.org/10.23736/S2724-5276.23.07085-3

ElSayed, N. A., Aleppo, G., Aroda, V. R., Bannuru, R. R., Brown, F. M., Bruemmer, D., ... & Gabbay, R. A. (2023). Introduction and methodology: Standards of care in diabetes—2023. *Diabetes Care, 46*(Suppl. 1), S1–S4. https://doi.org/10.2337/dc23-S001

Gianoudis, J., Bailey, C. A., & Daly, R. M. (2015). Associations between sedentary behaviour and body composition, muscle function and sarcopenia in community-dwelling older adults. *Osteoporosis International, 26,* 571–579. https://doi.org/10.1007/s00198-014-2895-y

Gualano, B., Painneli, V. D. S., Roschel, H., Artioli, G. G., Neves, J. R. M., Pinto, A. L. D. S., ... & Lancha, A. H. J. R. (2011). Creatine in type 2 diabetes: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 43*(5), 770–778. https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181f1c041

Hansen, C. D., Gram-Kampmann, E. M., Hansen, J. K., Hugger, M. B., Madsen, B. S., Jensen, J. M., ... & Krag, A. (2023). Effect of calorie-unrestricted low-carbohydrate, high-fat diet versus high-carbohydrate, low-fat diet on type 2 diabetes and nonalcoholic fatty liver disease: A randomized controlled trial. *Annals of Internal Medicine, 176*(1), 10–21. https://doi.org/10.7326/M22-2052

Hoy, D., March, L., Akesson, K., Briggs, A., Dreinhöfer, K. E., Homb, N., ... & Woolf, A. D. (2018). Reducing the global burden of musculoskeletal conditions. *Bulletin of the World Health Organization, 96*(5), 366. https://doi.org/10.2471/BLT.17.204891

Islam, H., Gibala, M. J., & Little, J. P. (2022). Exercise snacks: A novel strategy to improve cardiometabolic health. *Exercise and Sport Sciences Reviews, 50*(1), 31–37. https://doi.org/10.1249/JES.0000000000000284

Izquierdo, M., Merchant, R. A., Morley, J. E., Anker, S. D., Aprahamian, I., Arai, H., ... & Singh, M. F. (2021). International exercise recommendations in older adults (ICFSR): Expert consensus guidelines. *The Journal of Nutrition, Health & Aging, 25*(7), 824–853. https://doi.org/10.1007/s12603-021-1665-8

Khan, M. A. B., Hashim, M. J., King, J. K., Govender, R. D., Mustafa, H., & Al Kaabi, J. (2020). Epidemiology of type 2 diabetes—Global burden of disease and forecasted trends. *Journal of Epidemiology and Global Health, 10*(1), 107–111. https://doi.org/10.2991/jegh.k.191028.001

Laiteerapong, N., & Huang, E. S. (2018). Diabetes in older adults. In *Diabetes in America* (3rd ed.). National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases (NIDDK).

León, D. G., Gittermann, L. M. T., Isla, N. S., Boratovic, S. R. V., & von Oetinger Giacoman, A. (2022). Effects of break in sedentary behaviour on blood glucose control in diabetic patients: Systematic review. *Endocrinología, Diabetes y Nutrición (English ed.).* https://doi.org/10.1016/j.endinu.2022.03.006

Lewgood, J., Oliveira, B., Korzepa, M., Forbes, S. C., Little, J. P., Breen, L., ... & Candow, D. G. (2021). Efficacy of dietary and supplementation interventions for individuals with type 2 diabetes. *Nutrients, 13*(7), 2378. https://doi.org/10.3390/nu13072378

Liu, J. X., Zhu, L., Li, P. J., Li, N., & Xu, Y. B. (2019). Effectiveness of high-intensity interval training on glycemic control and cardiorespiratory fitness in patients with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Aging Clinical and Experimental Research, 31*, 575–593. https://doi.org/10.1007/s40520-018-1007-9

Liu, Y., Ye, W., Chen, Q., Zhang, Y., Kuo, C. H., & Korivi, M. (2019). Resistance exercise intensity is correlated with attenuation of HbA1c and insulin in patients with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 16*(1), 140. https://doi.org/10.3390/ijerph16010140

Liubaoerjijin, Y., Terada, T., Fletcher, K., & Boulé, N. G. (2016). Effect of aerobic exercise intensity on glycemic control in type 2 diabetes: A meta-analysis of head-to-head randomized trials. *Acta Diabetologica, 53*, 769–781. https://doi.org/10.1007/s00592-016-0879-1

Marcotte-Chénard, A., Oliveira, B., Little, J. P., & Candow, D. G. (2023). Sarcopenia and type 2 diabetes: Pathophysiology and potential therapeutic lifestyle interventions. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 102835. https://doi.org/10.1016/j.dsx.2023.102835

NHS Digital. (2018). *National Diabetes Audit Report 1: Care Processes and Treatment Targets 2017–18*. https://digital.nhs.uk/data-and-information/publications/statistical/national-diabetes-audit

Nielsen, J. V., & Joensson, E. A. (2008). Low-carbohydrate diet in type 2 diabetes: Stable improvement of bodyweight and glycemic control during 44 months follow-up. *Nutrition & Metabolism, 5*(1), 14. https://doi.org/10.1186/1743-7075-5-14

Nolan, C. J., Damm, P., & Prentki, M. (2011). Type 2 diabetes across generations: From pathophysiology to prevention and management. *The Lancet, 378*(9786), 169–181. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60651-3

Nowotny, K., Jung, T., Höhn, A., Weber, D., & Grune, T. (2015). Advanced glycation end products and oxidative stress in type 2 diabetes mellitus. *Biomolecules, 5*(1), 194–222. https://doi.org/10.3390/biom5010194

Op ‘t Eijnde, B., Richter, E. A., Henquin, J. C., Kiens, B., & Hespel, P. (2001). Effect of creatine supplementation on creatine and glycogen content in rat skeletal muscle. *Acta Physiologica Scandinavica, 171*(2), 169–176. https://doi.org/10.1046/j.1365-201x.2001.00823.x

Ozemek, C., Lavie, C. J., & Rognmo, Ø. (2019). Global physical activity levels—Need for intervention. *Progress in Cardiovascular Diseases, 62*(2), 102–107. https://doi.org/10.1016/j.pcad.2019.02.004

Paúl, C., Ribeiro, O., & Teixeira, L. (2012). Active ageing: An empirical approach to the WHO model. *Current Gerontology and Geriatrics Research, 2012*, 382972. https://doi.org/10.1155/2012/382972

Ross, R., Chaput, J. P., Giangregorio, L. M., Janssen, I., Saunders, T. J., Kho, M. E., ... & Tremblay, M. S. (2020). Canadian 24-Hour Movement Guidelines for Adults aged 18–64 years and Adults aged 65 years or older: An integration of physical activity, sedentary behaviour, and sleep. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 45*(10), S57–S102. https://doi.org/10.1139/apnm-2020-0340

Scott, D., de Courten, B., & Ebeling, P. R. (2017). Sarcopenia: A potential cause and consequence of type 2 diabetes in Australia's ageing population? *The Medical Journal of Australia, 207*(2), 89–92. https://doi.org/10.5694/mja17.00338

Sigal, R. J., Armstrong, M. J., Bacon, S. L., Boule, N. G., Dasgupta, K., Kenny, G. P., & Riddell, M. C. (2018). Physical activity and diabetes. *Canadian Journal of Diabetes, 42*(Suppl. 1), S54–S63. https://doi.org/10.1016/j.jcjd.2017.10.007

Solis, M. Y., Artioli, G. G., & Gualano, B. (2021). Potential of creatine in glucose management and diabetes. *Nutrients, 13*(2), 570. https://doi.org/10.3390/nu13020570

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2020). *World Population Ageing 2019 (ST/ESA/SER. A/444)*. https://www.un.org/en/development/desa/population/publications

Violan, C., Foguet-Boreu, Q., Flores-Mateo, G., Salisbury, C., Blom, J., Freitag, M., ... & Valderas, J. M. (2014). Prevalence, determinants and patterns of multimorbidity in primary care: A systematic review of observational studies. *PloS One, 9*(7), e102149. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102149

Wheatley, S. D., Deakin, T. A., Arjomandkhah, N. C., Hollinrake, P. B., & Reeves, T. E. (2021). Low carbohydrate dietary approaches for people with type 2 diabetes—a narrative review. *Frontiers in Nutrition, 8*, 415. https://doi.org/10.3389/fnut.2021.693467

Williams, R., Colagiuri, S., Almutairi, R., Montoya, P.A., Basit, A., Beran, D., Besançon, S., Bommer, C., Borgnakke, W., Boyko, E., et al. (2019). *IDF Diabetes Atlas, 9th ed., International Diabetes Federation: Brussels, Belgium*. https://www.idf.org/e-library/epidemiology-research/74-idf-diabetes-atlas-ninth-edition.html

World Health Organization. (2002). *Active ageing: A policy framework* (No. WHO/NMH/NPH/02.8). World Health Organization. https://www.who.int/ageing/publications/active_ageing/en/

Y. Liu, W. Ye, Q. Chen, Y. Zhang, C.H. Kuo, M. Korivi. (2019). Resistance exercise intensity is correlated with attenuation of HbA1c and insulin in patients with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 16*(1), 34. https://doi.org/10.3390/ijerph16010034

EFFECT OF GENETIC FACTORS ON CONSUMER BEHAVIOR: A STUDY ON MONOAMINE OXIDASE A (MAOA) GENE

TÜKETİCİ DAVRANIŞLARINA GENETİK FAKTÖRLERİN ETKİSİ: MONOAMİN OKSİDAZ A (MAOA) GENİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

Semih SEZGİN[1], Zeynep YEĞİN[2]

[1]Dr. Öğr. Üyesi, Sinop Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO, 0000-0001-8351-8128

[2]Doç. Dr., Sinop Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO, 0000-0003-4637-0253

Özet

Tüketici davranışı, bireyin zihinsel anlamda satın alma kararını verip vermeme sürecini incelemektedir. Bir başka ifadeyle, tüketici davranışı pazarlamanın psikolojisi ile ilgilenir. Günümüzde tüketici davranışlarına yön veren birçok etmenin olduğu görüşü ile pazarlama kavramını, satın almadan önceki süreçten başlanarak, satın alma işlemi ile devam eden ve tüketim sonrası süreçte olan durumları da kapsayan bir süreç olarak ele almak gerekmektedir. Böylece tüketici davranışlarını etkileyebilecek ürün geliştirme, mesaj oluşturma, sunum oluşturma gibi stratejiler de geliştirilebilir. Tüketicilerin satın alma ya da satın almama kararı verirken birçok faktörün etkisi altında kaldıkları belirtilebilir. Literatürde genel anlamda tüketici davranışlarını etkileyen model olarak kabul edilen modele göre bu etkenler; kültürel, psikolojik, sosyal, ekonomik ve kişisel olmak üzere beş grupta toplanmaktadır. Bununla beraber, güncel bir bakış açısıyla belirli genler ve finansal risk alma davranışı arasında bazı ilişkiler de gösterilmeye başlanmıştır. Xp11.3 kromozomal bölgede lokalize olan monoamin oksidaz A (MAOA) geni, çeşitli nöral yollar üzerindeki etkisi nedeniyle nöropsikiyatrik genetik çalışmalar için çekici bir adaydır. MAOA serotonin, dopamin, norepinefrin ve epinefrin dahil olmak üzere monoaminlerin katabolizmasını düzenleyen bir enzimdir. MAOA geninin promoter bölgesinde MAOA upstream değişken sayıda tandem tekrar (uVNTR) fonksiyonel varyasyonu tanımlanmış olup bu varyasyon genin beyindeki ve kandaki transkripsiyonel ve enzim aktivitesini etkileyebilme potansiyeline sahiptir. Bu VNTR, 30 baz çiftinden oluşan tekrarlayan dizilerden oluşmaktadır (2, 3, 3,5, 4, 5 tekrar (R)). 3R düşük transkripsiyonel etkinliğe sahip olup düşük aktiviteli allel (MAOA-L) olarak sınıflandırılırken 3.5R ve 4R allellerinin varlığı daha etkin bir transkripsiyonel aktiviteye yol açar ve bu nedenle yüksek aktiviteli alleller (MAOA-H) olarak sınıflandırılırlar. MAOA-uVNTR çeşitli kişilik özellikleri ve bazı psikiyatrik hastalıklarla ilişkilendirilmiştir. Literatürde 'savaşçı gen' olarak da adlandırılan bu gendeki fonksiyonel varyant psikopatoloji gelişimi, şiddete eğilim, provokasyon sonucu artmış agresif reaksiyon, stres yönetimi, duygusal stabilite, madde bağımlılığı ve impulsif/antisosyal davranışlar, zarardan kaçınma, agresif araç kullanma ve intihara eğilim gibi geniş perspektifte davranış örüntüleriyle ilişkilendirilmiştir. Bu bağlamda, MAOA geninin davranışlara yön veren bir gen olma özelliği nedeniyle nöroekonomi alanında değerlendirilmeye alınması gerektiği belirtilebilir. Nöroekonomi ve davranış genetiğini merkeze alan çok sınırlı birkaç çalışmada MAOA-uVNTR bireylerin optimal finansal risk alma olasılıkları, kredi kartı borçlanması gibi tüketici davranış kalıpları açısından incelenmiş olup genotipler açısından ilişkiler bulunmuştur. Bununla beraber, bu çok sınırlı çalışmaların çeşitli parametrelerin/ölçeklerin de hesaba katılmasıyla zenginleştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada MAOA-uVNTR varyantının tüketici davranışlarını yönlendirme konusundaki

olası rolüne dikkat çekme amaçlanmıştır. Bu inovatif bakış açısıyla davranışsal genetik, nöroekonomi, deneysel ekonomi araştırmaları yeni bir boyut kazanarak genlerin ve çeşitli çevresel faktörlerin tüketici davranışlarını nasıl etkilediği daha iyi anlaşılabilir.

Anahtar kelimeler: Nöropazarlama, Tüketici Davranışları, Monoamin oksidaz A, MAOA-uVNTR, Gen-çevre Etkileşimleri (GxÇ)

Abstract

Consumer behavior examines the process of whether an individual makes a mental decision to buy or not. In other words, consumer behavior deals with the psychology of marketing. With the view that there are many factors that guide consumer behavior today, it is necessary to consider the concept of marketing as a process that starts with the process before purchase, continues with the purchase process and includes the situations in the post-consumption process. Thus, strategies such as product development, message creation, and presentation creation that can affect consumer behavior can also be developed. It can be stated that consumers are affected by many factors when making a purchase or non-purchase decision. According to the model generally accepted as the model affecting consumer behavior in the literature, these factors are grouped into five as cultural, psychological, social, economic and personal. However, from a current perspective, some relationships between certain genes and financial risk-taking behavior have also begun to be shown. The monoamine oxidase A (MAOA) gene, located in the Xp11.3 chromosomal region, is an attractive candidate for neuropsychiatric genetic studies due to its effect on various neural pathways. MAOA is an enzyme that regulates the catabolism of monoamines including serotonin, dopamine, norepinephrine, and epinephrine. A functional variant of the MAOA upstream variable number tandem repeat (uVNTR) has been identified in the promoter region of the MAOA gene, which has the potential to affect transcriptional and enzyme activity of the gene in the brain and blood. This VNTR consists of a 30-bp repetitive sequences (2, 3, 3.5, 4, 5 repeats (R)). The 3R has low transcriptional activity and is classified as the low-activity allele (MAOA-L), while the presence of the 3.5R and 4R alleles leads to more efficient transcriptional activity and is therefore classified as the high-activity allele (MAOA-H). MAOA-uVNTR has been associated with various personality traits and some psychiatric disorders. The functional variant in this gene, also called the ‘warrior gene’ in the literature, has been associated with a broad perspective of behavioral patterns such as the development of psychopathology, tendency to violence, increased aggressive reactions to provocation, stress management, emotional stability, substance abuse and impulsive/antisocial behaviors, harm avoidance, aggressive driving and suicidal tendencies. In this context, it can be stated that the MAOA gene should be evaluated in the field of neuroeconomics due to its feature of being a gene that directs behaviors. In very limited studies focusing on neuroeconomics and behavioral genetics, MAOA-uVNTR has been examined in terms of individuals’ optimal financial risk taking probabilities and consumer behavior patterns such as credit card debt, and relationships have been found in terms of genotypes. However, these very limited studies need to be enriched by taking into account various parameters/scales. This study aims to draw attention to the possible role of the MAOA-uVNTR variant in directing consumer behaviors. With this innovative perspective, behavioral genetics, neuroeconomics, and experimental economics research will gain a new dimension, allowing a better understanding of how genes and various environmental factors affect consumer behavior.

Keywords: Neuromarketing, Consumer Behaviors, Monoamine oxidase A, MAOA-uVNTR, Gene-environment Interactions (GxE)

HAZARDS AND RISKS ENCOUNTERED BY ONCOLOGY AND CHEMOTHERAPY NURSES IN THE CONTEXT OF OCCUPATIONAL SAFETY

ONKOLOJİ VE KEMOTERAPİ HEMŞİRELERİNİN İŞ GÜVENLİĞİ BAĞLAMINDA KARŞILAŞTIĞI TEHLİKE VE RİSKLER

Gökay TAŞKAYA

Dr. Öğr. Üyesi, Sinop Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Sağlık Hizmetleri, ORCID:0000-0003-3916-3352

Özet

Onkoloji ve kemoterapi hemşireleri, meslek yaşamlarında birçok fiziksel, kimyasal, biyolojik, ergonomik ve psikososyal risk faktörüne maruz kalmaktadır. Onkoloji ve kemoterapi hemşireleri, özellikle sitotoksik ilaçlarla çalışmaları nedeniyle iş sağlığı ve güvenliği bağlamında yüksek düzeyde risk altındadır. Sitotoksik ajanlar genotoksik, karsinojenik ve teratojenik özellikler taşıyabildiğinden, hemşirelerin bu maddelere maruziyeti ciddi sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Maruziyet; deri teması, inhalasyon, kontamine yüzeylerle temas gibi yollarla gerçekleşebilmektedir. Ayrıca, immünsüpresif hastalarla yakın temas halinde olmak, enfeksiyon hastalıklarına yakalanma riskini de artırmaktadır.

Bu çalışmada, onkoloji ve kemoterapi hemşirelerinin iş güvenliği açısından karşılaştıkları mevcut ve potansiyel tehlike ve riskleri ele almıştır. Kimyasal maruziyetlerin yanı sıra uzun süreli ayakta kalma, hasta transferi gibi fiziksel eylemlerin neden olduğu kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları da önemli ergonomik risklerdendir. Öte yandan, kanser tanısı almış hastaların tedavi süreçlerine eşlik eden hemşirelerin, yoğun duygusal yük ve ölümle sık karşılaşmaları, tükenmişlik sendromu, depresyon ve anksiyete gibi psikososyal sorunlara yol açabilmektedir.

Hemşirelerin karşılaştıkları tehlikelerde iş güvenliğini sağlamaya yönelik öneriler sunulmuştur. Bu bağlamda kişisel koruyucu donanım kullanımı, kapalı sistem ilaç transfer cihazlarının yaygınlaştırılması, düzenli eğitim ve denetim faaliyetleri, ergonomik düzenlemeler ve psikolojik destek mekanizmalarının oluşturulması ön plana çıkmaktadır. Onkoloji hemşirelerinin sağlığını korumaya yönelik sistematik yaklaşımlar geliştirmek hem iş güvenliği kültürünün güçlendirilmesi hem de hasta bakım kalitesinin artırılması açısından büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Onkoloji hemşireliği, işçi sağlığı ve iş güvenliği, maruziyet, mesleki riskler

Abstract

Oncology and chemotherapy nurses are exposed to many physical, chemical, biological, ergonomic and psychosocial risk factors in their professional lives. Oncology and chemotherapy nurses are at high risk in terms of occupational health and safety, especially because they work with cytotoxic drugs. Since cytotoxic agents can have genotoxic, carcinogenic and teratogenic properties, nurses' exposure to these substances can lead to serious health problems. Exposure can occur through skin contact, inhalation, contact with

contaminated surfaces. In addition, being in close contact with immunosuppressive patients increases the risk of contracting infectious diseases.

In this study, current and potential hazards and risks faced by oncology and chemotherapy nurses in terms of occupational safety were discussed. In addition to chemical exposures, musculoskeletal disorders caused by physical actions such as prolonged standing and patient transfer are among the important ergonomic risks. On the other hand, nurses accompanying the treatment processes of patients diagnosed with cancer may cause psychosocial problems such as burnout syndrome, depression and anxiety due to intense emotional burden and frequent encounters with death.

Suggestions for ensuring occupational safety in the hazards encountered by nurses are presented. In this context, the use of personal protective equipment, dissemination of closed system drug transfer devices, regular training and supervision activities, ergonomic arrangements and the establishment of psychological support mechanisms come to the fore. Developing systematic approaches to protect the health of oncology nurses is of great importance in terms of both strengthening the culture of occupational safety and improving the quality of patient care.

Keywords: Oncology nursing, occupational health and safety, exposure, occupational risks

NEW METHODS IN MIDWIFERY EDUCATION
EBELİK EĞİTİMİNDE YENİ YÖNTEMLER

Ebru ERTAŞ[1]

[1]Öğretim Görevlisi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ebelik, 0000-0001-7749-7033

Özet

Ebelik insanlığın varoluşu ile başlayan önemli meslek dallarından biridir. Kadın, çocuk ve toplum sağlığının korunması ve geliştirilmesinde öncü rol oynamaktadır. Ebelik tarihsel süreç içinde gelişerek günümüzde profesyonel bir meslek dalı olarak sağlık meslekleri içinde yer almıştır. Ebelik ve ebelik uygulamalarının geliştirilmesinde ebelik eğitiminin önemli bir yeri vardır. Ebelik eğitiminde amaç kadın, çocuk ve toplum sağlığının geliştirilmesine yönelik bilgi ve beceri kazandırma, ebelik bakım uygulamalarında kanıta dayalı yaklaşımı benimsemiş ebeler yetiştirmektir. Eğitim teorik bilgi ve klinik ortamdaki uygulamalardan oluşmaktadır. Günümüzde gelişen teknoloji ve farklılaşan öğrenme metotları ebelik eğitiminde de yer almaya başlamıştır. Bu metotlardan bazıları mobil uygulamalar, sanal gerçeklik, yapay zeka, simülasyonlar, dijital öğrenme, oyunlaştırma tekniği olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle son yıllarda popülerleşen yapay zekanın ebelik eğitiminde kullanımının öğrenci başarısını artırma, sağlık eğitimini kişiselleştirme ve klinik başarıyı destekleme gibi olumlu etkileri bulunduğu bildirilmektedir. Mobil uygulamalar, simülasyonlar ve dijital öğrenme metotları ise öğrencilere interaktif öğrenme ortamı oluşturma, deneyime dayalı öğrenme ortamı sağlayarak öğrencilerin bilgi ve becerilerini geliştirme ve eğitimi eğlenceli hale getirme gibi faydaları bulunmaktadır. Sanal gerçeklik simülasyonu, öğrencilere güvenli ve etkileşimli bir ortamda klinik ve psikomotor beceriler edinme fırsatı sağlamaktadır. Ebelik eğitiminde oyunlaştırma tekniği ile öğrencinin eğitime katılımının ve bilgi kalıcılığının arttığı, pratik becerilerini geliştirdiği bildirilmiştir. Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde ebelik eğitiminin geçmişten günümüze kadar sürekli geliştiği görülmektedir. Öğrenmede kalıcılığı artırmak, eğitimde kalite ve yeniliği desteklemek üzere yeni ve farklı yöntemlerin ebelik eğitimine entegre edilmesi önemlidir.

Anahtar kelimeler: ebelik, ebelik eğitimi, simülasyon, yapay zeka

Abstract

Midwifery is one of the important branches of profession that started with the existence of humanity. It plays a leading role in the protection and development of women's, children's and community health. Midwifery has developed in the historical process and has taken place in the health professions as a professional profession today. Midwifery education has an important place in the development of midwifery and midwifery practices. The aim of midwifery education is to gain knowledge and skills for the development of women's, children's and community health, to train midwives who have adopted an evidence-based approach in midwifery care practices. The training consists of theoretical knowledge and applications in the clinical environment. Today, developing technology and differentiating learning methods have started to take place in midwifery education. Some of these methods are mobile applications, virtual reality, artificial intelligence, simulations, digital learning, gamification technique. It is

reported that the use of artificial intelligence, which has become popular in recent years, in midwifery education has positive effects such as increasing student achievement, personalizing health education and supporting clinical success. Mobile applications, simulations and digital learning methods, on the other hand, have benefits such as creating an interactive learning environment for students, improving students' knowledge and skills by providing an experience-based learning environment and making education fun. Virtual reality simulation provides students with the opportunity to acquire clinical and psychomotor skills in a safe and interactive environment. It has been reported that with the gamification technique in midwifery education, student's participation in education and knowledge retention increase and improve their practical skills. When the studies in the literature are examined, it is seen that midwifery education has been developing continuously from the past to the present. It is important to integrate new and different methods into midwifery education in order to increase the permanence in learning and to support quality and innovation in education.

Keywords: midwifery, midwifery education, simulation, artificial intelligence

1. GİRİŞ

Ebelik insanlığın varoluşu ile başlayan önemli meslek dallarından biridir. Kadın, çocuk ve toplum sağlığının korunması ve geliştirilmesinde öncü rol oynamaktadır. Ebelik tarihsel süreç içinde gelişerek günümüzde profesyonel bir meslek dalı olarak sağlık meslekleri içinde yer almıştır. Ebelik ve ebelik uygulamalarının geliştirilmesinde ebelik eğitiminin önemli bir yeri vardır (Kartal & Aksoy, 2021).

Ebelik eğitiminde amaç kadın, çocuk ve toplum sağlığının geliştirilmesine yönelik bilgi ve beceri kazandırma, ebelik bakım uygulamalarında kanıta dayalı yaklaşımı benimsemiş ebeler yetiştirmektir. Eğitim teorik bilgi ve klinik ortamdaki uygulamalardan oluşmaktadır (Yücel & Karcı, 2024). Günümüzde gelişen teknoloji ve farklılaşan öğrenme metotları ebelik eğitiminde de yer almaya başlamıştır. Bu metotlardan bazıları mobil uygulamalar, sanal gerçeklik, yapay zeka, simülasyonlar, dijital öğrenme, oyunlaştırma tekniği olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle son yıllarda popülerleşen yapay zekanın ebelik eğitiminde kullanımının öğrenci başarısını artırma, sağlık eğitimini kişiselleştirme ve klinik başarıyı destekleme gibi olumlu etkileri bulunduğu bildirilmektedir (Bulut & Hüseyinoğlu, 2024). Mobil uygulamalar, simülasyonlar ve dijital öğrenme metotları ise öğrencilere interaktif öğrenme ortamı oluşturma, deneyime dayalı öğrenme ortamı sağlayarak öğrencilerin bilgi ve becerilerini geliştirme ve eğitimi eğlenceli hale getirme gibi faydaları bulunmaktadır (Çıtak & Aksoy, 2023). Sanal gerçeklik simülasyonu, öğrencilere güvenli ve etkileşimli bir ortamda klinik ve psikomotor beceriler edinme fırsatı sağlamaktadır (Ryan vd., 2022). Ebelik eğitiminde oyunlaştırma tekniği ile öğrencinin eğitime katılımının ve bilgi kalıcılığının arttığı, pratik becerilerini geliştirdiği bildirilmiştir. Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde ebelik eğitiminin geçmişten günümüze kadar sürekli geliştiği görülmektedir. Öğrenmede kalıcılığı artırmak, eğitimde kalite ve yeniliği desteklemek üzere yeni ve farklı yöntemlerin ebelik eğitimine entegre edilmesi önemlidir. Bu eğitim metotlarının ebelik eğitimde kullanılmasıyla, öğrenci başarısını artırma, sağlık eğitimini kişiselleştirme, klinik başarıyı destekleme, deneyime dayalı öğrenme ortamı oluşturma, özgüven gelişimi, güvenli bir ortamda öğrenmeyi ve karar verme becerisini destekleme gibi olumlu etkileri olduğu bildirilmektedir (Yaşar Yetişmiş & Dağ Tüzmen, 2022).

Bu derleme makalesinde ebelik eğitiminde kullanılan yeni yöntemlerin literatür taranarak incelenmesi amaçlanmıştır.

2. GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE EBELİK EĞİTİMİ

Ebelik eski yıllarda anneden kıza geçen ve usta-çırak ilişkisine dayalı bir meslekti. Özellikle 18.-19. yüzyıllarda ebeler, usta çırak ilişkisine dayalı olarak deneyimli ebeler tarafından yetiştirilmiştir. Yıllar içinde gelişerek okul ortamına taşınmıştır. Başlangıçta kurs ve kısa eğitim programları şeklinde ilerleyen eğitim, değişimler yaşayarak lise, üniversite, yüksek lisans eğitiminden doktora eğitimine dek ilerleme kaydetmiştir (McKenna, Davis & Williams, 2023). Mumcu & Özer, 2020). Ebelik eğitiminin gelişimi ile birlikte eğitimde kullanılan yöntemlerde yıllar içinde değişim göstermiştir. Özellikle eğitimin resmi hale gelmesiyle ilk yıllarda pratiğe dayalı yöntemler sıklıkla kullanılmıştır. Günümüzde gelişen teknoloji ve farklılaşan öğrenme metotları ebelik eğitiminde de yer almaya başlamıştır. Ebelik eğitiminde yenilikçi öğretim ve öğrenme modellerine dair çeşitli örnekler sunmaktadır. Bu örneklerden bazıları simülasyonlar, mobil uygulamalar, sanal gerçeklik, yapay zeka, dijital öğrenme, oyunlaştırma tekniği olarak karşımıza çıkmaktadır

2.1. Ebelik Eğitiminde Simülasyon

Günümüzde yaygın olarak kullanılan simülasyon yöntemi ebelik eğitiminin ilk zamanlarından itibaren birebir kullanılan yöntemlerden biridir. Eski yıllarda gerçek iskeletler, kemikler ve ahşap malzemelerden oluşan simülatörler teknolojinin gelişmesi ile birlikte önemli ilerleme kaydederek birebir canlandırma oluşturacak niteliğe ulaşmıştır. (Yücel & Karcı, 2024). Simülatörler ebelik eğitiminin vazgeçilmez ekipmanları olarak nitelendirilebilir.

Klinik yeterliliği artırmak için ebelik eğitimine yönelik yeni ve yenilikçi yaklaşımlardan biri olan simülasyonunun benimsenmesi gerekmektedir. Simülasyon, öğrenci ebeler klinik uygulamalara başlamadan önce uygulama yeteneklerini geliştirebilecekleri güvenli bir ortam oluştururken öğrencinin öğrenme kabiliyetini kolaylaştırmaktadır. Ayrıca simülasyonun öğrencilerin iletişim yeteneği ve problem çözme becerilerini geliştirme, tartışma ortamı oluşturma, etkin ekip çalışması ve uygulama için yeterli zaman sağlama, klinik olmayan becerilerin geliştirilmesi, eleştirel düşünce yeteneği kazandırma, klinikte görülebilecek nadir olayları deneyimleme ve liderlik rolü üstlenme gibi faydaları bulunmaktadır. Bu gibi faydalarının yanı sıra öğrencilerin öz yeterlilik, öz güven ve kliniğe hazır oluş düzeylerini de artırmaktadır (Kartal & Aksoy, 2021; Yaşar Yetişmiş & Dağ Tüzmen, 2022).

2.2. Ebelik Eğitiminde Mobil Uygulamalar ve Dijital Öğrenme

Mobil uygulamalar, öğrencilerin çok çeşitli kaynaklara kolayca erişebilmelerini sağlar. Öğrenci ebelerin eğitimleri sırasında bakım uygulamaları konusunda karar alma mekanizmalarına yardımcı olmaktadır. Günümüz öğrencilerinin hızlı teknolojik gelişime kolayca adapte olmaları, eğitimlerde görsel medyayı daha geniş bir şekilde kullanmaları ve hızlı geri bildirim alma arzuları eğitimde mobil uygulamaların önemini artırmaktadır. Aynı şekilde bu durum öğrencilerin bilgi ve becerileri edinme konusunda kendi tarzlarını geliştirmelerine olanak tanıyan ortamlar sağlayan eğitim hizmetleri sunma ihtiyacı oluşturmaktadır. Akıllı telefon tabanlı öğrenme, ebelik öğrencilerine becerilerini geliştirmek için eğitim materyalleri sunma noktasında etkili bir tamamlayıcı yöntem olarak düşünülebilir (Arbour & Stec, 2018; Szara & Klukow, 2023). Ebelikte mobil uygulamaların kullanımı, hızlı karar alma, azaltılmış hata oranları, güncel bilgilere daha iyi erişilebilirlik, iyileştirilmiş uygulama verimliliği ve artan bilgi ile yardımcı olur (Morgan vd., 2016).

Dijital öğrenme yöntemleri ile ilgili yapılan çalışmalarda ise bu yöntemlerin öğrencilere deneyime dayalı öğrenme ortamları sağlayarak bilgi ve becerilerini geliştirmelerine imkan verdiği, eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiği, klinik öncesi öğrencilerin anksiyetelerini

azalttığı ve böylece kendilerine olan güvenlerini ve klinik karar verme becerilerini attırdığı bilinmektedir (Çıtak & Aksoy, 2023).

2.3.Ebelik Eğitiminde Sanal Gerçeklik

Sanal gerçeklik, ebelik öğrencilerinin eğitiminde heyecan verici yeni bir ufuk sağlayan bu tür bir teknolojidir. Sanal gerçeklik üç boyutlu ortamlarda nesnelerle etkileşim yoluyla öğretme ve öğrenme sürecinde oldukça etkilidir. Ebelik eğitimi ile ilgili karmaşık kavramlara örnek olarak fetal anatomi, fetal dolaşım ve fetüsün uterus ve pelvis içindeki yönelimi verilebilir. Sanal gerçeklik yeni ve yenilikçi bir eğitim aracıdır. Sanal gerçeklik ile oluşturulan öğrenme ortamları öğrencilerin kişisel bilgisini keşfetme ve araştırma motivasyonlarını artırmalarına yardımcı olur. Ayrıca yaparak öğrenme, yaratıcılığı geliştirme ve görünmeyen kavramların daha iyi anlaşılmasını sağlama fırsatı sunar. Ebelik eğitiminde klinik becerilerin geliştirilmesi için karmaşık anatomik ilişkilerin anlaşılması önemlidir. Bu noktada sanal gerçeklik uygulamalarının gerçekçi yansıları öğrenmeyi daha etkili ve güçlü kılmaktadır. Sanal gerçeklik öğrencilere güvenli ve etkileşimli bir ortamda klinik ve psikomotor beceriler edinme fırsatı sağlamaktadır (Ryan vd., 2022).

2.4.Ebelik Eğitiminde Yapay Zeka

Yapay zeka bir bilgisayar sisteminin insanlara benzer veya belki de onlardan daha iyi bir şekilde öğrenmesini, düşünmesini, algılamasını, akıl yürütmesini, iletişim kurmasını ve nihayetinde kararlar almasını sağlayan bir teknolojidir (Buchanan vd., 2021). Tıp ve hemşirelik eğitiminde daha sık kullanılan yapay zeka yakın zamanda ebelik eğitimine de entegre edilmeye başlamıştır. Eğitimde öğretim uygulamalarını değiştirme, kişiselleştirme, öğrenci merkezli eğitim oluşturma gibi faydaları bulunmaktadır (Kranz & Abele, 2024).

2.5.Ebelik Eğitiminde Oyunlaştırma

Oyun, bireyleri grup çalışmalarına katılmaya motive eden insan doğasının bir parçasıdır. Günümüzde yeni eğitim yöntemleri ortaya çıkmış ve kullanılmaya başlanmıştır. Bu yeni eğitim yöntemlerinden biri de oyunlaştırmadır. Oyunlaştırma, oyun öğelerinin oyun dışı alanlarda kullanılması olarak tanımlanmaktadır. Oyunlaştırma, bireylerde öğrenme motivasyonunu artırabilir (Staller & Koerner, 2021). Oyunlaştırma tabanlı eğitimin, problem çözme, karar verme becerilerini geliştirme ve bilgi düzeyini artırma gibi faydaları bulunmaktadır. Ebelik eğitiminde oyunlaştırma tekniğinin kullanılmasının konsantrasyonu ve problem çözme becerilerini artırmak ve problemi anlamayı geliştirmek gibi önemli kazanımları bulunmaktadır. Ayrıca eğitimde oyunlaştırma tekniği kullanmanın ebelik öğrencilerinin eğitimden memnuniyet düzeyini artırma ve geleneksel eğitimden daha etkili olduğu bildirilmektedir (Fathi Najafi, vd., 2025). Ayrıca ebelik eğitiminde oyunlaştırma tekniği ile öğrencinin eğitime katılımının ve bilgi kalıcılığının arttığı, pratik becerilerini geliştirdiği de bildirilmiştir. (Ghaffarifar vd., 2024).

3. SONUÇ

Sonuç olarak literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde ebelik eğitiminin geçmişten günümüze kadar sürekli geliştiği görülmektedir. Öğrenmede kalıcılığı artırmak, eğitimde kalite ve yeniliği desteklemek üzere yeni ve farklı yöntemlerin ebelik eğitimine entegre edilmesi önemlidir. Yeni yöntemlerin ebelik eğitimine entegre edilmesinde bu yöntemlerin etkinliğinin daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyduğu görülmektedir.

4. KAYNAKÇA

Arbour, M. W., & Stec, M. A. (2018). Mobile applications for women's health and midwifery care: a pocket reference for the 21st century. *Journal of Midwifery & Women's Health*, *63*(3), 330-334.

Buchanan, C., Howitt, M. L., Wilson, R., Booth, R. G., Risling, T., & Bamford, M. (2021). Predicted influences of artificial intelligence on nursing education: Scoping review. *JMIR nursing*, *4*(1), e23933.

Bulut, B., & Hüseyinoğlu, S. (2024). Ebelik Eğitiminde Yapay Zekâ ve Öğrenci Başarısına Etkisi. *Ebelik ve Kadın Sağlığı Üzerine Güncel Araştırmalar*, 19.

Çıtak, G., & Aksoy, Ö. D. (2023). Mobil Uygulamaların Ebelik Eğitiminde Kabulü. *TOGÜ Sağlık Bilimleri Dergisi*, *3*(1), 86-93.

Fathi Najafi, T., Andaroon, N., Bolghanabadi, N., Sharifi, N., & Dashti, S. (2025). Gamification in midwifery education: a systematic review. *BMC medical education*, *25*(1), 297.

Ghaffarifar, S., Behmanesh, F., Gholamnia-Shirvani, Z., Nikbakht, H. A., & Nazmi, S. (2024). Designing, implementing and evaluating childbirth training protocol for undergraduate midwifery students with a computer and mobile application based on gamification method: study protocol. *BMC Medical Education*, *24*(1), 1326.

Kartal, Y. A., & Aksoy, T. (2021). TARİHTEN GÜNÜMÜZE EBELİK EĞİTİMİ VE MESLEĞİNE KISA BİR BAKIŞ. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, *30*(1), 98-102.

Kranz, A., & Abele, H. (2024, May). The impact of artificial intelligence (AI) on midwifery education: A scoping review. In *Healthcare* (Vol. 12, No. 11, p. 1082). MDPI.

McKenna, L., Davis, J., & Williams, E. (2023). Nursing and midwifery education: Historical perspectives. In *Clinical Education for the Health Professions: Theory and Practice* (pp. 285-302). Singapore: Springer Nature Singapore.

Morgan, V. A., Jhant, J., Ellison, J., Varela, A., & Carpenter, W. (2016). Practical guidelines for the use of electronic applications by advanced practice nurses in the emergency department. *Journal of Emergency Nursing*, *42*(6), 544-545

Mumcu, N., & Özer, B. U. (2020). Geçmişten günümüze ebelik eğitimi. *Sağlık Akademisyenleri Dergisi*, *7*(3), 217-222.

Ryan, G., Callaghan, S., Rafferty, A., Murphy, J., Higgins, M., Barry, T., ... & McAuliffe, F. (2022). Virtual reality in midwifery education: A mixed methods study to assess learning and understanding. *Nurse education today*, *119*, 105573.

Staller, M. S., & Koerner, S. (2021). Beyond classical definition: The non-definition of gamification. *SN Computer Science*, *2*(2), 88.

Szara, M., & Klukow, J. W. (2023). New technologies used in the education of nurses and midwives. *Nursing in the 21st Century*, *22*(3 (84)), 181-194.

Yaşar Yetişmiş, H., & Dağ Tüzmen, H. (2022). Ebelik Klinik Eğitiminde Simülasyon Kullanımının Faydaları ve Gerekliliği. Uluslararası Maldia Sağlık Bilimleri Kongresi, Malatya

Yücel, U., & Karcı, A. E. (2024). Obstetrik Alanda Simülasyon Maketleri ve Ebelik Eğitiminde Öncü Bir İsim: Ebe Angélique-Marguerite le Boursier du Coudray. *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi*, *14*(3), 433-440.

UNPLANNED PREGNANCIES AND MIDWIFERY APPROACH
PLANLANMAMIŞ GEBELİKLER VE EBELİK YAKLAŞIMI

Ebru ERTAŞ[1]

[1]Öğretim Görevlisi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ebelik, 0000-0001-7749-7033

Özet

Gebelik, kadınlar için psikolojik hazırlık gerektiren, yeni bir rol ve sorumluluğu kabul etmeleri için bir geçiş aşaması olarak kabul edilir. Planlanmamış bir gebelik ise gebelik sırasında hoş olmayan sonuçlara yol açabilir. Bu durum, kadının gebeliğe uyumunu etkileyebilir. Planlanmamış gebelik, kadının ve partnerinin istemediği veya gelecekte planlanmadığı (istenmeyen) veya yanlış bir zamanda gerçekleştiği düşünülen (zamanlama hatası) bir gebelik türüdür. Her yıl dünyada 200 milyon gebelik olduğu ve bunların yaklaşık üçte birinin planlanmadığı tahmin edilmektedir. Türkiye'de ise bu oran %23 ile %27 arasında değişmektedir. Planlanmamış gebeliğin belirlenmesi ile birlikte kadın gebeliği sonlandırma veya sürdürme kararı alabilir. Bu karar aşamasında ebe kadın ile işbirliği içinde ortak bir bakışı açısı ile bakım sunmalıdır. Planlanmamış gebelikler istenmeyen düşükler ve sağlıksız koşullarda düşükler ile birlikte maternal morbiditede artışa neden olabilmektedir. Bu durumun önlenmesi ve yönetiminde ise ebelere önemli görevler düşmektedir. Gebeliği sonlandırma aşamasını geçmiş veya gebeliği sürdürme kararı vermiş planlanmamış gebelik durumunda, kadının gebeliği kabullenme durumu yakın takip gerektiren önemli bir süreçtir. Gebeliği kabullenmemiş plansız gebeliklerde olumsuz duygu durumu, kaygı, stres, depresif semptomlar, sigara-alkol gibi olumsuz sağlık davranışları, düşük ilişki kalitesi, yetersiz sosyal destek ile gebelik, doğum ve doğum sonuna ilişkin komplikasyonlar gibi birtakım olumsuz durumlar ortaya çıkmaktadır. Ayrıca planlamadan gebe kalan kadınların ebe izlemlerine katılımlarının daha geç ya da daha az olduğu da bilinmektedir. Ebelerin bu tür gebeliklerde bütüncül bir bakım sağlaması sağlıklı bir gebelik, doğum ve yenidoğan ile sonuçlanmasına katkı sağlayacaktır. Bu doğrultuda prekonsepsiyonel dönemde gebelik zamanının planlamasında çiftlere danışmanlık sağlanması, doğum kontrol yöntemleri konusunda bilgi verilmesi, planlanmamış gebelik oluşmuşsa gebeliği sürdürme veya sonlandırma noktasında kadın ve eşi ile birlikte ortak bir bakış açısının oluşturulması, gebelik sürdürülecekse fiziksel ve psikolojik sağlığın korunması ve geliştirilmesi noktasında kadına destek olunması önemlidir.

Anahtar kelimeler: ebelik, ebelik bakımı, ebelik yaklaşımı, planlanmamış gebelik

Abstract

Pregnancy is considered a transitional stage for women that requires psychological preparation, for them to accept a new role and responsibility. An unplanned pregnancy, on the other hand, can lead to unpleasant consequences during pregnancy. This condition can affect a woman's adjustment to pregnancy. An unplanned pregnancy is a type of pregnancy that a woman and her partner do not want, or that is not planned in the future (unwanted), or that is thought to have occurred at the wrong time (timing error). It is estimated that there are 200 million pregnancies in the world every year, and about a third of them are unplanned. In Turkey, on the other hand, this varies between 23% and 27%. Together with the determination of an unplanned pregnancy,

a woman can make a decision to terminate or continue the pregnancy. At this decision stage, the midwife should offer care from a common point of view in cooperation with the woman. Unplanned pregnancies may cause an increase in maternal morbidity along with unwanted miscarriages and miscarriages in unhealthy conditions. In the prevention and management of this condition, midwives have important tasks. In the case of an unplanned pregnancy that has passed the stage of termination of pregnancy or has decided to continue the pregnancy, the woman's acceptance of pregnancy is an important process that requires close monitoring. In unplanned pregnancies that have not accepted pregnancy, negative emotional state, anxiety, stress, depressive symptoms, negative health behaviors such as smoking and alcohol, poor relationship quality, insufficient social support, and a number of negative conditions such as complications related to pregnancy, childbirth, and the end of childbirth occur. It is also known that women who conceive without planning their participation in midwife follow-ups is later or less. Midwives' providing holistic care in such pregnancies will contribute to the result of a healthy pregnancy, birth and newborn. In this direction, it is important to provide counseling to couples in the planning of pregnancy time during the preconceptional period, to provide information about birth control methods, to create a common perspective with the woman and her partner at the point of maintaining or terminating pregnancy if an unplanned pregnancy has occurred, to support the woman at the point of maintaining and developing physical and psychological health if the pregnancy is to be maintained.

Keywords: midwifery, midwifery care, midwifery approach, unplanned pregnancy

1. GİRİŞ

Gebelik, kadınlar için psikolojik hazırlık gerektiren, yeni bir rol ve sorumluluğu kabul etmeleri için bir geçiş aşaması olarak kabul edilir. Planlanmamış bir gebelik ise gebelik sırasında hoş olmayan sonuçlara yol açabilir. Bu durum, kadının gebeliğe uyumunu etkileyebilir. Planlanmamış gebelik, kadının ve partnerinin istemediği veya gelecekte planlanmadığı (istenmeyen) veya yanlış bir zamanda gerçekleştiği düşünülen (zamanlama hatası) bir gebelik türüdür (Barton vd., 2017). Her yıl dünyada 200 milyon gebelik olduğu ve bunların yaklaşık üçte birinin planlanmadığı tahmin edilmektedir (Nigussie vd., 2021). Türkiye'de ise bu oran %23 ile %27 arasında değişmektedir (TNSA, 2018). Planlanmamış gebeliğin belirlenmesi ile birlikte kadın gebeliği sonlandırma veya sürdürme kararı alabilir. Bu karar aşamasında ebe kadın ile işbirliği içinde ortak bir bakışı açısı ile bakım sunmalıdır. Planlanmamış gebelik, doğum öncesi bakımın yetersiz kullanımı, istenmeyen düşük, sağlıksız koşullarda düşük, düşük doğum ağırlığı ve erken doğum gibi maternal ve neonatal mortalite ve morbiditede artışa neden olabilecek olumsuz sonuçlarla ilişkilidir. Bu tür olumsuz sonuçların önlenmesi ve yönetiminde ise ebelere önemli görevler düşmektedir.

Bu derleme makalesinde planlanmamış gebeliklerde ebelik bakımının önemine literatür ışığında dikkat çekmek amaçlanmıştır.

2. PLANLANMAMIŞ GEBELİKLER

Planlanmamış gebelik, yanlış zamanlanmış gebelik, beklenmedik bir zamanda gerçekleşen gebelik olarak açıklanabilir. Planlanmamış gebelik genellikle bekar annelikle ilişkilendirilir. Ancak birlikteliği bulunan veya evli olan kadınlar arasında da görülme sıklığı yüksektir (Barton vd., 2017).

Planlanmamış gebeliğin nedenleri arasında cinsel olarak aktif kadınların modern doğum kontrol yöntemlerini kullanmamaları, genç yaşta cinsel ilişkiye girme, ilk cinsel ilişki sırasında zayıf cinsel beceri, sigara ve uyuşturucu kullanımı, düşük eğitim düzeyi ve yoksulluk bulunmaktadır (Ekrami vd., 2019; Barrow vd., 2022). Tüm bu nedenlerin yanı sıra özellikle ileri yaş kadınlarda

planlanmamış gebelik görülme sıklığı genç yaştaki kadınlara göre daha fazladır (Barton vd., 2017).

Kadınların gebe kalma isteği, sağlıkla ilgili davranışlar ve doğum sonuçları ile yakından ilişkilidir. Planlanmamış gebelik, yetersiz perinatal bakım alma veya ilk doğum öncesi muayeneyi erteleme, obstetrik bakım ve taramaların yetersizliği, kötü beslenme, gestasyonel diyabet, stres, anksiyete ve depresyon gibi olumsuz durumların gebelikte daha sık görülmesine neden olmaktadır. Bu kadınlar, planlı gebelik geçiren kadınlara göre daha az folik asit kullanır ve sigara içme olasılıkları daha yüksek seyretmektedir. Planlanmamış gebelik sonucu doğum yapan bazı annelerde doğum sonu kanama riski daha fazlayken doğum sonrası dönemde de başarılı bir şekilde emziremezler. Plansız gebelik sonucu gebelik kaybı, erken doğum, düşük doğum ağırlığı (<2500 g) ve yenidoğan ölümü gibi olumsuz sonuçları bulunmaktadır. Bu durum sağlık ve gelişim üzerinde uzun süreli etkiye sahiptir. Plansız gebelik doğan çocukların gelişimsel, eğitimsel ve psikolojik sorunlar yaşama olasılığı daha yüksektir (Ekrami vd., 2019; Enthoven vd., 2022). Bu nedenlerin birçoğunun önlenebilir nedenler olması prekonsepsiyonel dönemdeki ebelik bakımının ne derece önemli olduğunu göstermektedir.

3. PLANLANMAMIŞ GEBELİKLERDE EBELİK BAKIMI

Planlanmamış gebeliğin belirlenmesi ile birlikte kadın gebeliği sonlandırma veya sürdürme kararı alabilir. Bu karar aşamasında ebe kadın ile işbirliği içinde ortak bir bakışı açısı ile bakım sunmalıdır. Gebeliği sonlandırma aşamasını geçmiş veya gebeliği sürdürme kararı vermiş planlanmamış gebelik durumunda, kadının gebeliği kabullenme durumu yakın takip gerektiren önemli bir süreçtir. Gebeliği kabullenmemiş plansız gebeliklerde olumsuz duygu durumu, kaygı, stres, depresif semptomlar, sigara-alkol gibi olumsuz sağlık davranışları, düşük ilişki kalitesi, yetersiz sosyal destek ile gebelik, doğum ve doğum sonuna ilişkin komplikasyonlar gibi birtakım olumsuz durumlar ortaya çıkmaktadır. Ayrıca planlamadan gebe kalan kadınların ebe izlemlerine katılımlarının daha geç ya da daha az olduğu da bilinmektedir (Enthoven vd., 2022). Planlanmamış gebelik bildiren anneler, partnerleriyle daha düşük kaliteli ilişkiler yaşayabilir ve gebeliklerini planlayanlara kıyasla daha düşük seviyelerde sosyal destek alabilirler. Aile ve arkadaşlardan destek eksikliğinin stresli yaşam olayları ile doğum sonrası depresyon/anksiyete arasında bir bağlantı olarak hareket ettiği gösterilmiştir (Barton vd., 2017). Planlanmamış gebelik durumlarında kadınları ebe izlemlerinin titizlikle yapılması, izlemler sırasında fizyolojik parametrelerin yanı sıra psikolojik ve sosyal parametrelerin de dikkatle incelenmesi önemlidir. Ebelerin bu tür gebeliklerde bütüncül bir bakım sağlaması sağlıklı bir gebelik, doğum ve yenidoğan ile sonuçlanmasına katkı sağlayacaktır. Bu doğrultuda prekonsepsiyonel dönemde gebelik zamanının planlamasında çiftlere danışmanlık sağlanması, doğum kontrol yöntemleri konusunda bilgi verilmesi, planlanmamış gebelik oluşmuşsa gebeliği sürdürme veya sonlandırma noktasında kadın ve eşi ile birlikte ortak bir bakış açısının oluşturulması, gebelik sürdürülecekse fiziksel ve psikolojik sağlığın korunması ve geliştirilmesi noktasında kadına destek olunması önem önem arz etmektedir (Karaçam, Önel & Gerçek, 2011; Choden, Pem & Pathak, 2015; Pereira, Pires & Canavarro, 2019).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Planlanmamış gebelikler gebelik, doğum ve doğum sonu dönemde anne ve bebekte mortalite ve morbiditeye neden olabilecek olumsuz sonuçlar yaratabilmektedir. Gebeliklerin planlanması, gerçekleşen gebeliklerde planlanmamış olanların tespit edilmesi gelişebilecek komplikasyonları önleme de önemlidir. Planlanmamış gebeliklerin risk faktörleri düşünüldüğünde özellikle cinsellik konusunda verilen eğitimler, doğum kontrol yöntemleri konusunda bilgi düzeyinin artırılması ve bu yöntemlere erişimin kolaylaştırılması, sigara, alkol, uyuşturucu gibi bağımlılıklarla mücadele, eğitim düzeyinin artırılmasına yönelik faaliyetler ile

çiftlerin belirlediği zamanda ve sağlıklı bir gebelik oluşması sağlanabilir. Ebeler özellikle gebeliklerin planlanmasında çiftlere yol gösterici ve danışmanlık sağlayıcı rolleriyle destek olmalıdır.

5. KAYNAKÇA

Barrow, A., Jobe, A., Barrow, S., Touray, E., & Ekholuenetale, M. (2022). Prevalence and factors associated with unplanned pregnancy in The Gambia: findings from 2018 population-based survey. *BMC pregnancy and childbirth*, *22*(1), 17.

Barton, K., Redshaw, M., Quigley, M. A., & Carson, C. (2017). Unplanned pregnancy and subsequent psychological distress in partnered women: a cross-sectional study of the role of relationship quality and wider social support. *BMC pregnancy and childbirth*, *17*, 1-9.

Choden, J., Pem, R., & Pathak, A. (2015). Prevalence, determinants and outcomes of unplanned pregnancy and perspectives on termination of pregnancy among women in Nganglam, Bhutan. *Bhutan Health Journal*, *1*(1), 30-38.

Ekrami, F., Mohammad-Alizadeh Charandabi, S., Babapour Kheiroddin, J., & Mirghafourvand, M. (2019). The effect of counselling on depression and anxiety of women with unplanned pregnancy: a randomized controlled trial. *Community mental health journal*, *55*, 1047-1056.

Hacettepe Üniversitesi Nüfus Etütleri Enstitüsü. 2018 Türkiye Nüfus ve Sağlık ve Nüfus Araştırması (2019). 02 Mayıs 2025 tarihinde erişildi]. Erişim adresi: http://www.hips.hacettepe.edu.tr/tnsa2013/rapor/ TNSA_2018_ana_rapor.pdf

Karaçam, Z., Önel, K., & Gerçek, E. (2011). Effects of unplanned pregnancy on maternal health in Turkey. *Midwifery*, *27*(2), 288-293.

Nigussie, K., Degu, G., Chanie, H., & Edemealem, H. (2021). Magnitude of unintended pregnancy and associated factors among pregnant women in Debre Markos Town, East Gojjam Zone, Northwest Ethiopia: a cross-sectional study. *International journal of women's health*, 129-139.

Pereira, J., Pires, R., & Canavarro, M. C. (2019). Decision-making trajectories leading to termination of an unplanned pregnancy: specificities among adolescent and adult women. *Journal of Reproductive and Infant Psychology*, *37*(3), 242-255.

NONLINEAR DIMENSIONAL REDUCTION IN PATTERN FORMATION
DESEN OLUŞUMU İÇİN DOĞRUSAL OLMAYAN BOYUT İNDİRGEME

Yusuf ÇAKIR

Dr. Öğr. Üyesi, Sinop Üniversitesi, Matematik, 0000-0001-8016-0941

Özet

Doğrusal yöntemler, teorik temelleri ve geniş uygulama alanları sayesinde modern veri analizinde güvenilir araçlar olarak yaygın şekilde kabul edilmektedir. Ancak, birçok gerçek dünya probleminin karmaşıklığını yalnızca doğrusal modellerle ele almak yetersiz kalmaktadır. Bu durum, doğrusal olmayan analiz tekniklerine olan ilgiyi artırmıştır. Bu araştırma, geleneksel Temel Bileşenler Analizi'nin (TBA) doğrusal olmayan bir uzantısı olan Çekirdek Temel Bileşenler Analizi (ÇTBA) tabanlı bir indirgenmiş mertebeli modelleme yaklaşımını tanıtmaktadır. Çalışmada, ÇTBA, FitzHugh-Nagumo (FHN) denkleminin ayrık çözüm vektörlerinden elde edilen veri matrisine uygulanmaktadır. Denklemin uzaysal ayrıklaştırması sonlu farklar yöntemiyle gerçekleştirilirken, zamansal ayrıklaştırma için doğrusal-kapalı Kahan yöntemi kullanılmaktadır. İndirgenmiş boyutlu uzaydan orijinal uzaya geri dönüş işlemi ise çok boyutlu ölçekleme (ÇBÖ) temelli iteratif olmayan bir yöntemle yapılmaktadır. Elde edilen sonuçlar, ÇTBA'nin FHN denkleminin desen oluşumunu düşük boyutlu yaklaşımlarda bile etkili bir şekilde koruyabildiğini göstermektedir. Bir ve iki boyutlu FHN denklemi simülasyonları, ÇTBA'nin hem hesaplama etkinliğini artırdığını hem de doğruluğu ve desen oluşumunun korunmasını sağladığını ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: FitzHugh-Nagumo denklemi, çekirdek temel bileşenler analizi, desen oluşumu

Abstract

Linear methods are widely regarded as dependable tools in modern data analysis due to their solid theoretical foundation and broad applicability. However, linear models alone are often insufficient for addressing the complexity of many real-world problems, which has led to a growing interest in nonlinear analysis techniques. This research introduces a reduced-order modeling approach based on Kernel Principal Component Analysis (KPCA), a nonlinear extension of traditional Principal Component Analysis (PCA). In this work, KPCA is applied to a data matrix derived from discrete solution vectors of the FitzHugh-Nagumo (FHN) equation. The spatial discretization of the equation is achieved using the finite difference method, while the Kahan method—a linearly implicit scheme—is used for time integration. To map reduced representations back to the original space, a non-iterative approach based on multidimensional scaling (MDS) is utilized. Results show that KPCA effectively preserves pattern formation of the FHN equation, even in low-dimensional approximations. One- and two-dimensional simulations of the FHN equation demonstrate that KPCA improves computational performance while maintaining accuracy and conserving pattern formation.

Keywords: FitzHugh-Nagumo equation, kernel principle component analysis, pattern formation

NONLINEAR MODEL REDUCTION FOR GRADIENT SYSTEMS
GRADYAN SİSTEMLER İÇİN DOĞRUSAL OLMAYAN MODEL İNDİRGEME

Yusuf ÇAKIR

Dr. Öğr. Üyesi, Sinop Üniversitesi, Matematik, 0000-0001-8016-0941

Özet

Birçok araştırmacı, Cahn-Hilliard (CH) denklemlerinin doğruluğunu ve kararlılığını koruyan etkili hesaplamalı yöntemleri incelemiştir. Bu çalışma, geleneksel temel bileşenler analizinin (TBA) doğrusal olmayan bir uzantısı olan çekirdek temel bileşenler analizi (ÇTBA) kullanılarak geliştirilen indirgenmiş mertebeli bir modelleme yöntemini tanıtmaktadır. ÇTBA, CH denkleminin ayrık çözüm vektörlerinden oluşturulan veri matrisi üzerinde uygulanır. Bu ayrık çözümleri elde etmek için, uzaydaki elemanlar küçük değişimlerle bölünürken, zamansal hesaplamalarda kapalı-açık Euler yöntemi kullanılır. Küçük boyutlu uzaydan orijinal boyuta geri dönüş işlemi, çok boyutlu ölçekleme (ÇBÖ) yöntemine dayanan iterasyon gerektirmeyen bir formülle gerçekleştirilir. ÇTBA'nin kullanımı, indirgenmiş yöntemlerin enerji yapısının azalma (dissipasyon) özelliğini koruyabildiğini göstermektedir. Doğrusal TBA ve ÇTBA'ne dayalı indirgenmiş modellerin enerji korunumu, çözüm kesinliği ve hesaplama etkinliği, CH denklemleri üzerinde değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Cahn-Hilliard denklemi, çekirdek temel bileşenler analizi, enerji azalımı

Abstract

Several researchers have explored efficient computational approaches that uphold the accuracy and stability of Cahn-Hilliard (CH) equations. This study introduces a reduced-order modeling method that employs kernel principal component analysis (KPCA), a nonlinear extension of standard principal component analysis (PCA). KPCA is applied to a data matrix formed from discrete solution vectors of the CH equation. To obtain these discrete solutions, small perturbations are introduced to segment spatial elements, while imlicit-explicit Euler method is utilized for time integration. The process of reconstructing data from the reduced space is managed using a non-iterative formula based on the principles of multidimensional scaling (MDS). The use of KPCA demonstrates that reduced-order methods can preserve the energy dissipation properties of the system. The performance of reduced models based on both linear PCA and KPCA is evaluated in terms of energy solution accuracy and computational efficiency across CH equations.

Keywords: Cahn-Hilliard equation, kernel principle component analysis, energy dissipation

ETHNOBOTANICAL CHARACTERISTICS OF PRODUCTS IN PUBLIC MARKETS OF SINOP PROVINCE

SİNOP İLİ HALK PAZARLARINDAKİ ÜRÜNLERİN ETNOBOTANİK ÖZELLİKLERİ

Ömer ELKIRAN[1], Esra ARMAĞAN ÖZKAPTAN[2]

[1]Doç. Dr., Sinop Üniversitesi, Biyoloji/Botanik, 0000-0003-1933-4003

[2]Biyolog, Sinop Bahçeşehir Koleji, Biyoloji, 0009-0002-7752-1296

Özet

Bu çalışmada, çevresel koşullar kapsamında Sinop Merkez ve ilçelerinde Pazar yerlerindeki ürünlerin etnobotanik özelliklerinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında Sinop Merkez, Gerze, Ayancık, Boyabat, Saraydüzü, Durağan, Türkeli, Dikmen, Erfelek, ilçelerindeki pazar yerlerindeki kişilerle yüz yüze görüşülerek tarafımızca hazırlanan anket soruları sorulmuştur. Sorulan sorularla Sinop merkez ve ilçelerindeki pazarcılık yapan kişilerin ve bitkisel ürünleri tanıyan, bu ürünlerle ilgili bilgi sahibi olan kişilerin demografik bilgileri ve sattıkları bitkisel ürünlerin etnobotanik önemleri araştırılmaya çalışılmıştır. Sorulara yöneltilen yanıtlar karşılaştırılmıştır. Bitki örneklerinin halk arasındaki yerel isimleri öğrenildikten sonra bilimsel adları takson ve familyaları ortaya çıkarılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre çalışma yapılan bölgelerde genel olarak aynı iklimsel koşulları olduğu için ve çalışma yapılan bölgelerin birbirine yakın çevreler olmasından dolayı genel olarak aynı çeşit bitkilerle karşılaşılmıştır. Yapılan çalışmada mevsimsel olarak da değerlendirmeler yapılmıştır. Pazarlardaki farklı bitkisel ürün ve çeşitliliğin özellikle yaz ve sonbahar mevsimlerinde yoğunlaştığı ortaya çıkmıştır. Bu sayede özellikle coğrafik ve iklimsel değişikliklerin etkisinden kaynaklı olarak, ürünlerin çeşitlilik gösterdiği görülmüştür. Aynı zamanda halkın kültür ve yaşam şekillerinin farklılığının kullanılan bitki ve bitki kısımlarını değiştirdiği görülmüştür. Ulaşılan sonuçlar etnobotanik çalışmalar için anlamlı olacağı gibi, yerel halkın kullandığı bitkisel ürünlerin gelecek kuşaklara iletilebilmesi ve yapılacak olan diğer etnobotanik çalışmalar için literatüre katkı sağlayarak ülkemizin bitkisel ürün çeşitliliğinin ve zenginliğinin farkındalığını arttıracaktır.

Anahtar kelimeler: Sinop; Etnobotanik; Pazar yerleri; Çevresel faktörler

Abstract

This study aims to investigate the ethnobotanical characteristics of products in market places in Sinop Center and its districts within the scope of environmental conditions. Within the scope of the study, people in market places in Sinop Center, Gerze, Ayancık, Boyabat, Saraydüzü, Durağan, Türkeli, Dikmen, Erfelek districts were interviewed face to face and survey questions prepared by us were asked. The demographic information of marketers in Sinop center and its districts and people who know and have information about herbal products and the ethnobotanical importance of herbal products they sell were investigated with the questions asked. The answers to the questions were compared. After learning the local names of plant samples among the public, their scientific names, taxa and families were revealed. According to the results of the study, since the regions where the study was conducted generally have the

same climatic conditions and the regions where the study was conducted are close to each other, the same types of plants were encountered. Seasonal evaluations were also made in the study. It was revealed that different herbal products and diversity in the markets were concentrated especially in summer and autumn seasons. In this way, it was observed that the products showed diversity, especially due to the effects of geographical and climatic changes. At the same time, it was observed that the differences in the culture and lifestyle of the people changed the plants and plant parts used. The results obtained will be meaningful for ethnobotanical studies, and will contribute to the literature by transmitting the plant products used by the local people to future generations and for other ethnobotanical studies to be conducted, and will increase awareness of the diversity and richness of plant products in our country.

Keywords: Sinop; Ethnobotany; Marketing places; Environmental factors

PROFILE LEVELLING AT RYTHU BAROSA KENDRAM IN PENJENDRA VILLAGE FOR THE PROPOSED DRAINAGE PATTERN

Subhashish Dey

Department of Civil Engineering, Seshadri Rao Gudlavalleru Engineering College, Gudlavalleru, Andhra Pradesh, India

Abstract

Levelling is the technique that is adopted to complete the proposed drainage pattern work. In the field the bench mark of 100.07 is taken. therefore, the readings of the back sight and the readings of the fore sight are measured and recorded through levelling process. This process is repeated for number of times by shifting the instrument from one point to another point at the sight. After obtaining the field data we chose height of instrument method to calculate the reduced level of each station. Finally the check is done at the last station which is (sum of the back sight- sum of foresight = last reduced level – first reduced level). The plotting of the reduced level in the form of layout is done in the Auto CAD software as well as google earth pro software which helped us in plotting the survey done in pictorial form.

Keywords: Green Building, Google and CAD software

INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT FROM VARIOUS SOURCES BY USING BIOSORBENTS

Subhashish Dey

Department of Civil Engineering, Gudlavalleru Engineering College, Andhra Pradesh, India

Abstract

Discharging untreated industrial wastewater into natural water bodies has become a serious environmental concern, leading to the degradation of aquatic ecosystems and posing significant health risks. This study focuses on the treatment of industrial wastewater using eco-friendly, cost-effective biosorbents and natural coagulants. Conventional treatment methods are often expensive and produce harmful by-products, prompting the need for sustainable alternatives. In this project, agricultural waste materials such as coconut shells and black gram powder are used as biosorbents, while natural substances like moringa oleifera seeds, alum, and tamarind seed powder are explored as natural coagulants for their ability to remove impurities effectively. The experimental work includes the collection and analysis of industrial wastewater samples from Krishnaveni Agro Oil Industries, followed by treatment using the selected biosorbents and coagulants under varying conditions. Key parameters such as pH, turbidity, Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), and Total Dissolved Solids (TDS) are measured before and after treatment to evaluate the efficiency of the process. The results demonstrate that natural biosorbents and coagulants can significantly reduce pollutant levels in industrial wastewater, making them a viable alternative to chemical treatments. This approach not only promotes waste-to-resource conversion but also contributes to sustainable environmental management. The study concludes that combining biosorption and natural coagulation is an effective and environmentally friendly method for industrial wastewater treatment.

Keywords: Environmental Pollution, Solid waste, Biodegradable organic waste, Natural fertilizers, Renewable energy and Sources

BIODIVERSITY DYNAMICS IN ALGERIAN WETLANDS: CHALLENGES AND CONSERVATION PRIORITIES

Arif Salah[1], Allem Mohcene[1], Saili Linda[1], Gasmi Intissar[1], Belbel Fatma[1], Djamai Zahra[1], Ali Rachedi Sofiane[1], Chouafa Mohamed[1], Mellouk Fatma zahra[1], Rahim Ouahab[1], Afri Amira[1]

[1]Environmental Research Center, Alzon, BP.72 A, Menadia, Annaba, Algeria

Abstract

Algerian wetlands, as critical ecosystems at the crossroads of the Mediterranean and Saharan regions, harbor a rich biodiversity that supports numerous ecological, socio-economic, and cultural functions. However, these ecosystems face significant threats from anthropogenic activities, climate change, and inadequate management strategies. This study synthesizes existing data on the biodiversity of Algerian wetlands, focusing on northeastern sites such as the Boussedra marsh, Garaet Hadj-Taher, and Oued Kébir-Rhumel, to highlight their ecological importance and vulnerabilities. The avifauna of Algerian wetlands is particularly noteworthy, with over 42 species recorded in the Boussedra marsh alone, including globally threatened species like the White-headed Duck (*Oxyura leucocephala*) and Ferruginous Duck (*Aythya nyroca*). These wetlands serve as essential breeding grounds for waterbirds such as the Little Bittern (*Ixobrychus minutus*) and migratory stopovers for various shorebirds. Despite their significance, populations of key species have declined due to habitat degradation, pollution, and urbanization. For instance, the Boussedra marsh has lost 50% of its surface area since 1984, while Garaet Hadj-Taher exhibits elevated levels of microbial contamination and heavy metals, compromising the health of resident and migratory fauna. Plant biodiversity in Algerian wetlands also reflects the pressures of environmental changes. Native aquatic vegetation, including (*Typha angustifolia*), (*Scirpus maritimus*), and (*Phragmites australis*), has contracted significantly, replaced by invasive or pollution-tolerant species. Studies indicate a 67% reduction in (*Typha angustifolia*) coverage in Boussedra between 1993 and 2020. Macroinvertebrates, which are sensitive indicators of water quality, show similar trends, with sensitive taxa (e.g., mayflies, stoneflies) disappearing in favor of more resilient species like chironomids and oligochaetes. Climate change exacerbates these challenges through altered precipitation patterns and increased temperatures, leading to reduced water availability and shifts in species distributions. Additionally, untreated wastewater discharges and agricultural runoff contribute to eutrophication and habitat fragmentation, further threatening endemic and migratory species. Public perception often views wetlands negatively, associating them with nuisances like mosquitoes and odors, which hinders conservation efforts. To address these issues, this work recommends integrating local communities into conservation initiatives, promoting sustainable land-use practices, and enforcing policies under the Ramsar Convention and national laws (e.g., Law 11-02). Future research should prioritize long-term monitoring programs and incorporate emerging technologies such as remote sensing and DNA barcoding to better understand biodiversity dynamics. By safeguarding these vital ecosystems, Algeria can ensure the preservation of its unique wetland biodiversity for future generations.

Key Words: Wetlands, Biodiversity, Avifauna, Aquatic Vegetation, Macroinvertebrates, Pollution, Climate Change, Conservation, Ramsar Sites, Algeria

"HYDROLOGICAL DYNAMICS AND CONSERVATION CHALLENGES OF URBAN WETLANDS IN NORTHEASTERN ALGERIA"

Arif Salah[1], Allem Mohcene[1], Saili Linda[1], Gasmi Intissar[1], Belbel Fatma[1], Djamai Zahra[1], Ali Rachedi Sofiane[1], Chouafa Mohamed[1], Mellouk Fatma zahra[1], Rahim Ouahab[1], Afri Amira[1]

[1]Environmental Research Center, Alzon, BP.72 A, Menadia, Annaba, Algeria

Abstract

Wetlands in Algeria, particularly those located in the northeastern region, represent vital ecosystems that support biodiversity and provide essential services to local communities. Despite their ecological significance, these wetlands face unprecedented threats from climate change, urbanization, agricultural expansion, and pollution. This study evaluates the current state of northeastern Algerian wetlands, focusing on key examples such as the Boussedra marsh near Annaba and Garaet Hadj-Taher in Skikda. Over recent decades, the extent of natural wetlands has sharply declined; for instance, Boussedra has lost approximately 50% of its water surface area since 1984 due to urban encroachment and reduced groundwater recharge caused by excessive pumping. Similarly, Garaet Hadj-Taher exhibits elevated levels of microbial contamination and heavy metals, reflecting broader issues of untreated wastewater discharge and industrial runoff across the region. The hydrological dynamics of these wetlands are heavily influenced by anthropogenic activities. In Boussedra, eutrophication driven by nutrient-rich effluents supports dense algae growth but disrupts native vegetation like *Typha angustifolia* and *Scirpus maritimus*. Meanwhile, seasonal variability in precipitation and rising temperatures exacerbate water scarcity, with nearly 71% of studied sites experiencing reduced rainfall between 1990 and 2005. Avifauna dependent on these wetlands, including globally threatened species such as the White-headed Duck *Oxyura leucocephala* and Ferruginous Duck *Aythya nyroca*, have seen significant population declines. Macroinvertebrate diversity is also affected, with sensitive taxa disappearing in favor of pollution-tolerant species. Efforts to conserve these wetlands include classification under national laws (e.g., Law 11-02) and international conventions (Ramsar), yet implementation remains inconsistent. Remote sensing tools, such as Landsat imagery and indices like MNDWI and NDVI, reveal critical spatio-temporal changes in wetland coverage and health. To mitigate further degradation, integrated management strategies must address both upstream watershed practices and local land-use policies. Promoting sustainable agriculture, reducing untreated wastewater discharges, and enhancing public awareness could help restore ecosystem functions and preserve the cultural and ecological heritage of Algeria's wetlands. Future research should prioritize standardized monitoring programs to better understand biodiversity trends and inform adaptive conservation measures.

Key words: Mediterranean Wetlands, Hydrology, Urbanization, Biodiversity, Conservation, Land Cover Change, Anthropogenic Pressures, Urban Marsh

CONTRIBUTION OF *PHRAGMITES AUSTRALIS* TO POLLUTED WATER PURIFICATION IN ALGERIA: AN ECOLOGICAL RESTORATION APPROACH

Laid Bouchaala[1, *], Nedjoud Grara[2], Amira Afri[1], Fatma Zohra Mellouk[1], Hadia Hemmami[3], Moussa Houhamdi[4]

[1]Environmental Research Center (CRE), Avenue Boughazi Said, Sidi Amar, Annaba 23001, Algeria

[2]Laboratoire de biologie moléculaire et cellulaire, Faculté des sciences naturelles et de la vie, Sciences de la Terre et de l'Univers, Université 8 mai 1945 Guelma, PO Box 401, Guelma 24000, Algérie,

[3]Department of Process Engineering and Petrochemical, Faculty of Technology, University of El Oued, El Oued 39000, Algeria (I.B.A.),

[4]Laboratory of Biology, Water and Environment (LBEE), Faculty SNV-STU, University 8 May 1945 Guelma, P.O. Box 401, Guelma 24000, Algeria

Abstract:

The Oued Zénati watershed in Algeria faces significant pollution from urban discharges, hospital wastewater, and agricultural runoff, posing a threat to both the ecosystem and public health. This pollution is characterized by elevated nutrient levels, suspended solids, and fecal contamination indicators, jeopardizing biodiversity and human well-being. To explore natural restoration solutions, this study assessed the phytoremediation potential of *Phragmites australis* in the Oued Zénati. Water quality was analyzed at three sites: a non-polluted control site (S1), a wastewater discharge area (S2), and a reed-dense area (S3). Results revealed a substantial deterioration in water quality at site S2, with high concentrations of nutrients, suspended solids (SS), and fecal contamination indicators. However, a notable improvement in water quality was observed at site S3, downstream of the reed-dense area, with reductions in fecal coliforms (68.5%), fecal streptococci (92.3%), and phosphates (40.3%), alongside increased levels of dissolved oxygen (DO). These findings suggest that phytoremediation using *P. australis* could provide a cost-effective, sustainable, and environmentally friendly solution for the ecological restoration of polluted waters in Algeria. This study recommends the establishment of phragmifiltration systems, the development of constructed wetlands, and the enhancement of sanitation infrastructure, including hospital wastewater treatment. Public awareness campaigns promoting water and environmental conservation are crucial for long-term success. This phytoremediation approach offers economic, ecological, and aesthetic benefits compared to conventional wastewater treatment technologies.

Keywords: Wastewater, pollution, *Phragmites australis*, phytoremediation, Algeria, ecological restoration

LIME STABILIZATION OF DREDGED SLUDGE
TARAMA ÇAMURLARININ KİREÇ İLE STABİLİZASYONU

Ayşe ERGİN[1], Aydın KAVAK[2]

[1]İnşaat Mühendisi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 0009-0003-4639-0016

[2]Prof.Dr., Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 0000-0003-3445-5946

Özet

Ülkemizde artan sanayi ve endüstriyel faaliyetler sonucu deniz tabanları son yıllarda ciddi zarar görmüştür. Deniz dip tabiatının korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması için kirliliğe neden olan yüksek su muhtevasına sahip dip çamurlarının su içeriklerinin azaltılması, yeniden kullanım alanlarının belirlenmesi ülke ekonomisi ve çevre riskleri açısından büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle ilk önce taranan sulu çamurun özelliklerini belirlemek ve yük altındaki mekanik davranışını incelemek gerekmektedir. Kocaeli ve çevresinde yapılan deniz tabanı tarama çalışmalarından elde edilen tarama çamurlarının sönmemiş kireç yardımıyla en etkin şekilde nasıl susuzlaştırılabileceği ve dip çamurundan kullanılabilir bir malzeme elde edilip edilemeyeceğini görmek amaçlanmıştır. Proje kapsamında tarama çamuruna kireç eklenmeden ve farklı oranlarda kireç eklenerek Serbest Basınç deneyleri yapılmış bulunan sonuçlar mukayese edilmiştir. Bu çalışmada kireç oranının dip çamurun mukavemet özelliklerine nasıl etki ettiği deneysel olarak incelenmiş olup katkı malzemesi olarak kimtaş sönmemiş kireç kullanılmıştır. Kocaeli / İzmit bölgesinden alınan tarama çamuruna %12,5, %15 ve %20 oranlarında kireç eklenmiş ve farklı oranlarda numuneler hazırlanmıştır. Sonrasında numuneler küre tabi tutulmuştur. Anlık, 1 günlük, 7 günlük ve 28 günlük kür süreleri sonunda numunelere serbest basınç deneyi yapılarak dayanımları belirlenmiştir. Doğal zeminin çok yüksek su muhtevasına sahip olmasından dolayı numune hazırlanamamış, bu sebeple serbest basınç dayanımı ölçüme tabi tutulamamıştır. 28 günlük kür sonunda %12,5 kireç katkısıyla 259,34 kPa; %15 kireç ile 497,5 kPa; %20 kireç katkısı ile 579,02 kPa 'ya çıktığı görülmektedir. Deney sonuç verilerine göre tarama çamurlarının iyileştirilmesinde kireç oranı arttıkça dayanımın arttığı gözlenmiştir. Stabilizasyon sonrası zeminin mühendislik özelliklerinde ortaya çıkan iyileşme, elde edilen malzemenin arazi dengelemek için dolgu çalışmalarında kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Serbest Basınç Dayanımı, Sönmemiş Kireç, Tarama Çamurları, Kireçle Stabilizasyon

Abstract

As a result of increasing industrial and manufacturing activities in our country, seabeds have suffered significant damage in recent years. In order to protect the marine benthic environment and ensure its sustainability, it is of great importance to reduce the water content of highly saturated dredged sediments that cause pollution, and to determine potential reuse areas for these materials. This is crucial for both the national economy and for minimizing environmental risks. Therefore, it is first necessary to determine the characteristics of the dredged sludge and

to examine its mechanical behavior under load. The aim of this study is to investigate how the dredged sediments obtained from seabed dredging activities conducted in and around Kocaeli can be most effectively dewatered using quicklime, and to determine whether a usable material can be produced from the dredged sludge. Within the scope of the project, Unconfined Compression Tests were conducted on the dredged sludge both without the addition of lime and with different lime contents, and the results were compared. In this study, the effect of lime content on the strength properties of the dredged sludge was experimentally examined, and Kimtaş quicklime was used as the additive material. Dredged sludge obtained from the Kocaeli/İzmit region was mixed with 12,5%, 15% and 20% lime content, and samples were prepared at different ratios. These samples were then subjected to curing. At the end of instantaneous, 1 day, 7 days, and 28 days curing periods, unconfined compression tests were performed to determine their strength. Due to the very high water content of the natural soil, it was not possible to prepare samples; therefore, unconfined compressive strength could not be measured in the untreated condition. At the end of the 28 days curing period, the compressive strength reached 259,34 kPa with 12,5% lime content, 497,5 kPa with 15% lime and 579,02 kPa with 20% lime. According to the experimental results, it was observed that the strength increased with higher lime content in the improvement of dredged sediments. The improvement in the engineering properties of the soil after stabilization shows that the obtained material can be used in filling works for land balancing.

Keywords: Free Compressive Strength, Quicklime, Dredging Muds, Stabilization with Lime

INVESTIGATION OF THE USABILITY OF DIFFERENT FLOUR TYPES IN NOODLE PRODUCTION

FARKLI UN ÇEŞİTLERİNİN NOODLE ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Rukiye SEYFİ[1], Hasene KESKİN ÇAVDAR[2]

[1]YL öğrencisi, Gaziantep Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, gıda teknolojisi, 0009-0007-2518-3877

[2]Yardımcı Doçent Dr., Gaziantep Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, gıda teknolojisi, 0000-0001-5230-5904

Özet

Noodle, makarna benzeri bir ürün olup, irmik unu yerine sert veya yumuşak buğday ununun kullanıldığı bir çeşit gıda maddesidir. Türkiye'nin önemli buğday üreticilerinden biri olması ve endüstriyel noodle sektörünün giderek gelişmesiyle birlikte, bu ürüne yönelik ilginin ülkede artış göstermesi beklenmektedir. Bu çalışmada, üç farklı un örneği (irmik unu, gluten katkılı un ve durum buğday unu), laboratuvar ve üretim koşulları altında fiziksel, kimyasal ve reolojik özellikler bakımından detaylı bir şekilde incelenmiştir. Üretim süreci sonrasında pişirme özellikleri ve temel kalite parametrelerinin noodle kalitesi ile ilişkisi duyusal analiz testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Laboratuvar koşullarında üç farklı un tipinde yapılan analizlerle; nem oranı (%), protein miktarı (%), kül oranı (%), yaş ve kuru gluten (%) değerleri ile bu unlardan yapılan hamurlara ise su kaldırma kapasitesi (%), gelişme süresi (dk) ve stabilitesi (dk) verileri elde edilmiştir. Bu testlerde her unun fiziksel, kimyasal ve reolojik özellikleri ve uygunluğu değerlendirilmiştir. Özellikle üretim sürecindeki parametreler noodle için hangi unun kullanılması gerektiğinin belirleyicisi olmuştur. Üretim aşamasında bütün üretim prosesleri ve süreleri aynı olmasına rağmen; irmik unu ve gluten katkılı unda problemler yaşanmıştır. Bu iki un numesinde hamur yoğurma süresinin uzadığı ve kıvamının tutmadığı, hamur açma aşamasında dağılmalar, buhar ünitesinde buharlama, kızartma ünitesinde yağ çekme ve soğutma ünitesinde soğutma sürelerinde 3 dakikaya kadar uzama gözlemlenmiştir. Buna bağlı olarak hem fireler fazla çıkmış hem de makine devrini artırmak zorunda kalınmıştır. Pişmiş noodlerde ise duyusal analiz testiyle; tat, ağızda dağılma, pişirme süresi, uzayabilirlik gibi değerlendirme yapılmıştır. Laboratuvar koşullarında yapılan analizler, üretim süreci ve sonrasında duyusal analizlerle beraber noodle için durum buğday ununun noodle için en uygun un olduğuna karar verilmiştir.

Anahtar kelimeler: noodle, durum buğday unu, irmik unu, gluten katkılı un

Abstract

Noodle is a pasta-like product and is a type of foodstuff in which hard or soft wheat flour is used instead of semolina flour. As Turkey is one of the major wheat producers and the industrial noodle sector is gradually developing, interest in this product is expected to increase in the country. In this study, three different flour samples (semolina flour, gluten-enhanced flour and durum wheat flour) were investigated in detail in terms of physical, chemical and rheological

properties under laboratory and production conditions. After the production process, the cooking properties and the relationship between the basic quality parameters and noodle quality were evaluated using sensory analysis test. Three different types of flours were analyzed under laboratory conditions and moisture content (%), protein content (%), ash content (%), wet and dry gluten (%) values and water absorption capacity (%), development time (min) and stability (min) data were obtained for doughs made from these flours. The physical, chemical and rheological properties and suitability of each flour were evaluated in these tests. In particular, the parameters in the production process determined which flour should be used for noodles. Although all production processes and times were the same during the production phase; problems were experienced in semolina flour and gluten added flour. In these two flour samples, it was observed that the dough kneading time was prolonged and the consistency of the dough was not consistent, the dough disintegrated at the dough rolling stage, the steaming time in the steaming unit, the oil extraction time in the frying unit and the cooling time in the cooling unit were prolonged up to 3 minutes. As a result, wastage was high and the machine speed had to be increased. The cooked noodles were evaluated by sensory analysis test such as taste, mouthfeel, cooking time and extensibility. It was decided that durum wheat flour was the most suitable flour for noodles with the analysis performed in laboratory conditions, production process and sensory analysis afterwards.

Keywords: noodles, durum wheat flour, semolina flour, gluten added flour

COMPREHENSIVE SURVEY ON MICROWAVE FILTER TECHNOLOGIES
MİKRODALGA FİLTRE TEKNOLOJİLERİ HAKKINDA KAPSAMLI ARAŞTIRMA

Rümeysa ŞAHİN[1], Alaaeldeen ELROUBY[2], İlyas ÇANKAYA[3]

[1] M.Sc. Student, Ankara Yıldırım Beyazıt University, Department of Electrical and Electronics Engineering, 0009-0004-7297-790X

[2] Prof. Dr., Ankara Yıldırım Beyazıt University, Department of Electrical and Electronics Engineering, 0000-0002-1511-6087

[3] Prof. Dr., Ankara Yıldırım Beyazıt University, Department of Electrical and Electronics Engineering, 0000-0002-6072-3097

Özet

Radyo frekansı/mikrodalga (RF/MW) filtrelerine olan ihtiyaç, teknolojinin hızla ilerlemesiyle birlikte artmaktadır. Filtreler, hemen hemen her RF/MW sisteminin temel bileşenleridir. Filtreler, belirli bir frekans bandındaki sinyallerin minimum zayıflama veya kayıpla geçmesine izin veren ve istenmeyen frekans bantlarını yüksek zayıflama veya baskılama ile engelleyen giriş ve çıkış portlarıyla karakterize edilir. Filtreler, hücresel radyo, uydu iletişimi ve radar uygulamaları dahil olmak üzere çok çeşitli elektronik sistemlerde uygulama bulmaktadır. Uygulamaya özgü gereksinimlerin çeşitliliği, her biri performans, boyut, maliyet ve üretilebilirlik arasında takaslar sunan çok sayıda filtre teknolojisinin geliştirilmesine yol açmıştır. Mikrodalga filtrelerinin performansı ve güvenilirliği, yalnızca tasarım metodolojisine değil, aynı zamanda filtreler için üretim sürecine de önemli ölçüde bağlıdır. Her teknolojinin kendine özgü avantajları ve dezavantajları vardır. Bu çalışma, dalga kılavuzu, alt tabaka entegreli dalga kılavuzu (SIW), düşük sıcaklıkta birlikte pişirilmiş seramik (LTCC) ve düzlemsel filtreler dahil olmak üzere önde gelen mikrodalga filtre teknolojilerinin kapsamlı bir incelemesini sunmaktadır. Her teknolojinin operasyonel prensipleri, yapısal özellikleri ve uygulama alanları ayrıntılı olarak incelenmektedir. Amaç, araştırmacılara ve mühendislere filtre seçimi ve tasarımı konusunda geniş bir bakış açısı sağlamak, her yaklaşımın benzersiz avantajlarını ve sınırlamalarını vurgulamaktır. Bu araştırma, son literatürden elde edilen temel bulguları özetleyerek, modern RF ve mikrodalga uygulamaları için uygun filtre teknolojilerinin seçimini desteklemektedir.

Anahtar kelimeler: RF/MW sistemleri, mikrodalga filtreleri, filtre teknolojisi.

Abstract

The need for radio frequency/microwave (RF/MW) filters is growing as a result of the rapid advancement of technology. Filters are essential components of practically every RF/MW system. Filters are characterized by input and output ports that allow signals in a specific frequency band to pass with minimal attenuation or loss while blocking unwanted frequency bands with high attenuation or suppression. Filters find applications in wide variety of electronic systems, including cellular radio, satellite communications, and radar applications. The diversity of application-specific requirements has led to the development of numerous filter technologies, each offering trade-offs between performance, size, cost, and manufacturability.

The performance and reliability of microwave filters significantly depend not only on the design methodology but also on the fabrication process for filters. Each technology has its own advantages and disadvantages. This study provides a comprehensive review of prominent microwave filter technologies, including waveguide, substrate-integrated waveguide (SIW), low-temperature co-fired ceramic (LTCC), and planar filters. The operational principles, structural characteristics, and application domains of each technology are explored in detail. The aim is to provide researchers and engineers with a broad perspective on filter selection and design, highlighting the unique advantages and limitations of each approach. By summarizing key findings from recent literature, this survey supports the selection of appropriate filter technologies for modern RF and microwave applications.

Keywords: RF/MW systems, microwave filters, filter technology.

1. INTRODUCTION

Microwave describes electromagnetic (EM) waves with frequencies between 300 MHz and 300 GHz; they have wavelengths between 1 m and 1 mm (in free space). EM waves with frequencies between 30 GHz and 300 GHz are called millimeter waves because their wavelengths are in the millimeter range. The usable areas of the electromagnetic spectrum are limited and must be shared; filters act as selective elements in this spectrum. Microwave filters serve as critical elements of RF and microwave systems. They are used to reject other unwanted signals within a specific frequency spectrum, allowing signals at desired frequencies to pass with minimal attenuation. The filtering characteristic is the response to the frequency-dependent behavior provided by inductors and capacitors. While lumped element inductors and capacitors can be used to design filters at low frequencies, since lumped elements are unusable at microwave frequencies, a transmission line structure that acts as a capacitor and an inductor is used at high frequencies. Since it is not possible to obtain high-performance electrical characteristics at high frequencies with lumped elements, the desired filtering characteristics are obtained by using different design techniques and methods. The rapid advancement of wireless communication, radar systems, and satellite technologies has significantly increased the demand for compact, high-performance filters. Each filter technology is developed with different technologies to meet the needs of the desired system application, and each has its own advantages and limitations. In the study, the basic features, advantages and disadvantages of each technology and their application areas are summarized from the studies in the literature specific to these technologies.

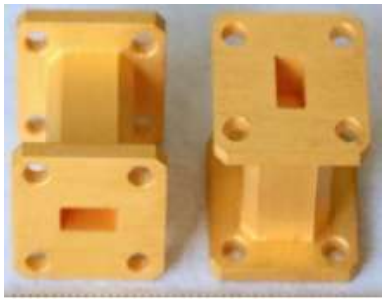
2. METHOD

This section presents a literature review that includes Waveguide, SIW, LTCC and Planar structures, highlighting the features and applications of these microwave filter technologies.

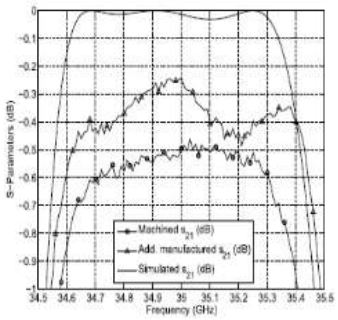
a. Waveguide Technology

Waveguide technology provides minimum transmission losses in the microwave and millimeter wave bands by directing electromagnetic waves within hollow metal structures. High power handling and low insertion losses are the advantages of waveguide filters (Boria & Gimeno, 2007; Arregui et al., 2010). However, its heavy mass and large size are disadvantages for applications where this situation is critical. (Arregui et al., 2020). It has been widely used in satellite communication systems since the 1970s.(Williams, 1970; Atia & Williams, 1972). Waveguide filters are preferred for use in radar applications and satellite communications (Boria & Gimeno, 2007; Biçer et al., 2023). There are also studies that show that it can be used not only in single-band but also in multi-band band-pass filters(Zhu et al., 2016). Figure 1,

Figure 2 and Figure 3 are illustrative visual examples of waveguide filters and S-parameter results are also included. Single-band, dual-band and tri-band examples are shown respectively.



(a)

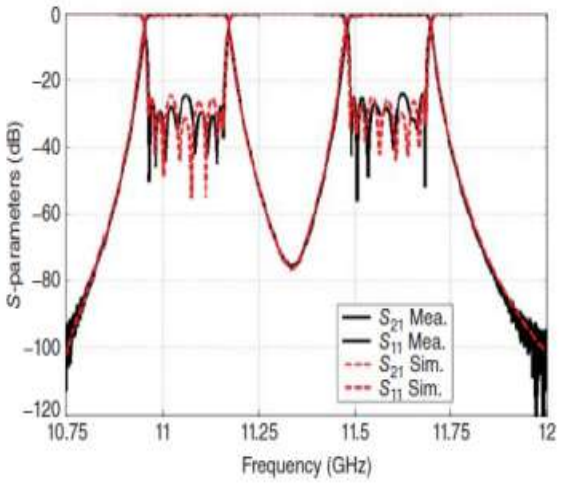


(b)

Figure 1. Structure of rectangular waveguide filter (a) and measurement results (b) (Kelleci & Atalar, 2017).

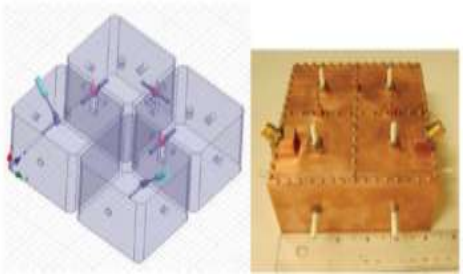
(a)





(b)

Figure 2. Structure of dual waveguide filter (a) and measurement (b)(L. Zhu et al., 2017).



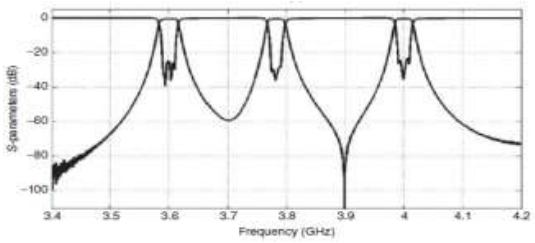


Figure 3. Structure of triple band rectangular waveguide (a) and measurement results(b)(Zhu et al., 2016).

a. Substrate Integrated Waveguide (SIW) Technology

b. Technology

SIW is carried out with two rows of closely spaced metallic through-holes or walls. Figure 4 provides information about the general structure of the SIW. The dielectric substrate material used in SIW filters has a direct impact on the physical size, insertion loss, power handling capacity, thermal stability and manufacturing cost of the filter . Low cost, compact size, light weight are SIW advantages(Chen & Wu, 2014; Ghassemi et al., 2013; Hao et al., 2016)Its good reflection coefficient and efficiency and its suitability for millimetric applications such as Radar have been examined in the proposed paper (Achraou et al., 2020). Dielectric losses are a disadvantage of SIW technology (Chen et al., 2005). Additionally, some of the energy is radiated out of the cylinder vias, which also causes leakage losses (Chen & Wu, 2014). There is a study developed for ultra-wideband (UWB) application. (Mira et al., 2009). SIW technology is a viable method for use in wireless sensing and communication systems, particularly in applications developed for high-frequency operations such as millimeter-wave bands (Chen & Wu, 2014; Ghassemi et al., 2013). It has been reported in study (Chen et al., 2007) that SIW technology supports the design of filters operating in two or more frequency bands. A design example of a single-band SIW filter is shown in figure 5. Studies of the dual-band and triple-band structures and measurement results are shown in Figure 6 and Figure 7, respectively.

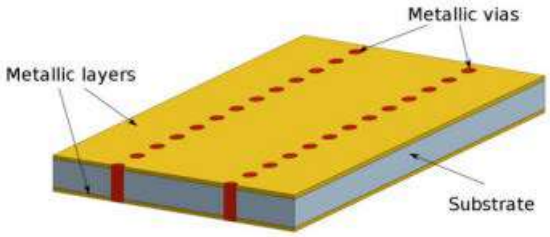
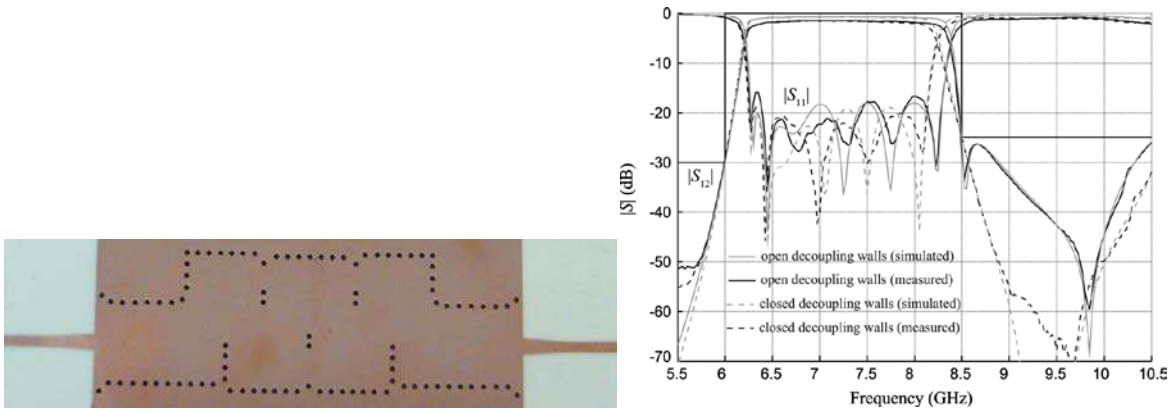
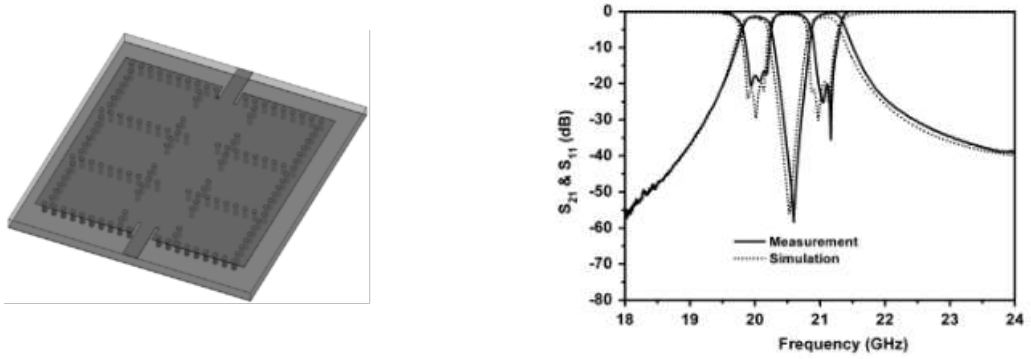


Figure 4. General structure of SIW (Nwajana & Obi, 2022).



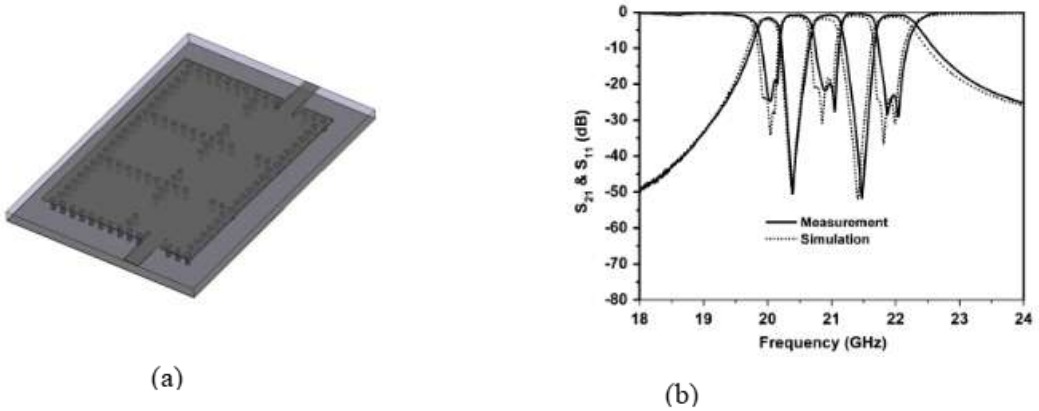
(a) (b)

Figure 5. Structure of single band SIW (a) and measurement result (b) (Mira et al., 2009).



(a) (b)

Figure 6 Structure of dual-band SIW (a) and measurement result (b) (X. Chen et al., 2007).



(a) (b)

Figure 7 Structure of triple-band SIW (a) and measurement result (b) (X. Chen et al., 2007).

c. Low Temperature Co-Fired Ceramics(LTCC) Technology

Low Temperature Co-Fired Ceramics (LTCC) is a multilayer ceramic technology that enables the integration of metal traces and vias within stacked dielectric layers (Showail, 2018). Figure 8 shows the general structure of LTCC technology. By applying LTCC technology, the resonators of the filter can be stacked vertically, which can be used to reduce the circuit size (Chen et al., 2009). The proposed study highlights the characteristics of low insertion loss, extremely compact dimensions, and broad stopband suppression(Shen et al., 2019). The low line losses and competitive production costs are the advantages of LTCC(Wolff, 2007). The main problem of applications in the millimeter wave band designed using LTCC technology is the large losses caused by the dielectric material. This situation is considered as a disadvantage in the design (Xu et al., 2016). LTCC technology is also employed in the development of compact microwave filters utilizing quasi-lumped circuit elements. An example study is the three-pole bandpass LTCC filter designed with quasi-lumped structures for Bluetooth and WLAN applications (Simine et al., 2005; Simin et al., 2007). There are studies for 5G applications developed in compact sizes (Ma et al., 2024; Hu et al., 2023). While a single-band literature application is shown in Figure 9, a dual-band study example with compact dimensions produced with the same technology is shown in Figure 10.

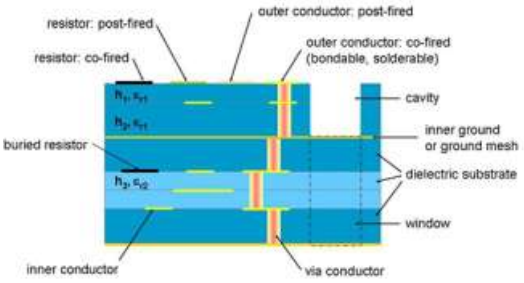


Figure 8. General structure of LTCC technology (Wolff, 2007).

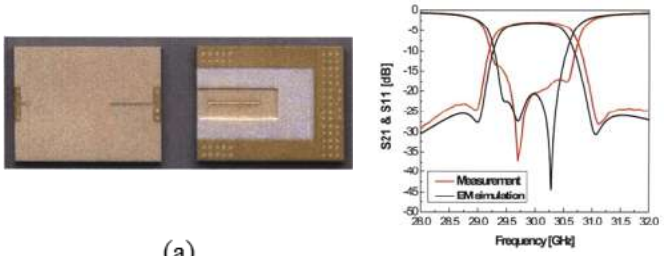


Figure 9. Structure of single band LTCC filter (a) and measurement result (b)(Ahn & Yom, 2008).

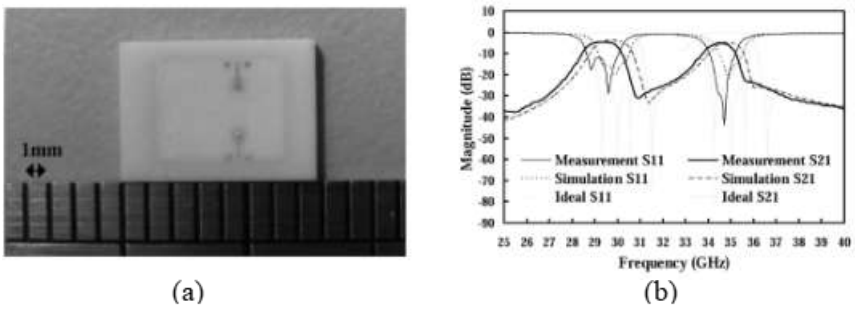


Figure 10. Structure of dual band LTCC filter and measurement result (Chen et al., 2009).

d. Planar Technology

Planar filter technology is implemented using transmission line structures such as microstrip, coplanar waveguide (CPW), or stripline. The filter structure is obtained by creating resonators with metal conductors printed on the solid dielectric substrate. The main advantages of planar microstrip filters are their compactness. This technology provides small size and topological flexibility. It is preferred in areas where mass production is required because it is low cost(Kadiri et al., 2023b). They generally have a lower quality factor (Q factor) than waveguide filters, which is presented as a disadvantage systems(X. Chen & Wu, 2014). Also, since their power handling capacity is limited in watts, they are not suitable for high power demanding applications (Kadiri et al., 2023b). There are numerous research studies developed for 5G applications, including wireless communication, modern communication systems, and Bluetooth (Garg et al., 2018; Al-Yasir et al., 2019). In addition to single-band designs, there are also studies developed for multi-band applications (Lee & Sarabandi, 2007; Mokhtaari et al., 2006; Khani & Ezzulddin, 2023). As can be clearly seen from Figure 11, it shows the compact single-band filter example and the measurement results. An example of a study designed using the stripline structure is shown in Figure 12. Dual-band planar study using the open-loop resonator design method is shown in Figure 13.

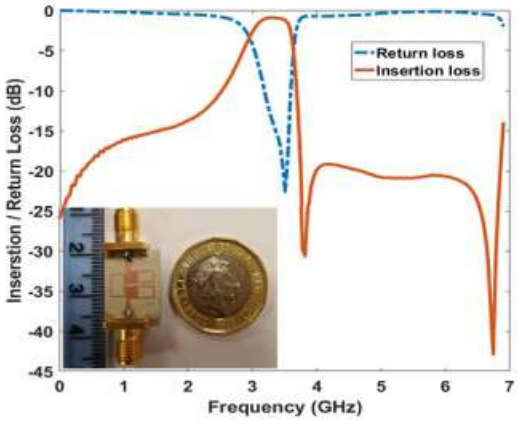
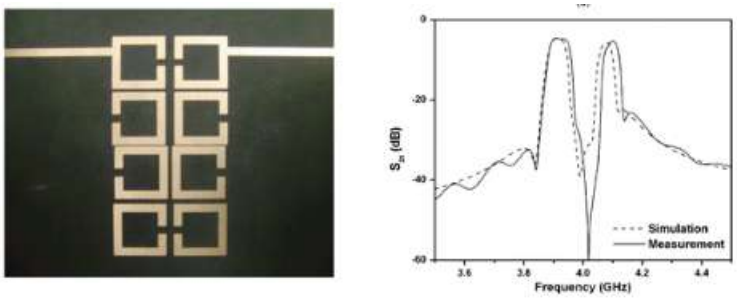
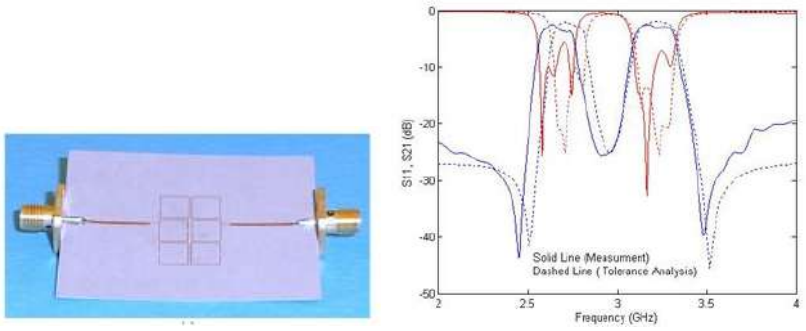


Figure 11. Planar microstrip structure and measurement result (Al-Yasir et al., 2019)



(a) (b)

Figure 12. Stripline structure for the dual-pass band filter (a) and measurement result (b) (Lee & Sarabandi, 2007)



(a) (b)

Figure 13. Planar structure for dual band filter (a) and measurement result (b) (Mokhtaari et al., 2006).

According to the literature studies reviewed above, Table 1 summarizes the advantages, disadvantages and application examples of different microwave filter technologies.

Table 1 Summary table of microwave filter technologies.

Filter Technology	Advantage	Disadvantage	Applications
Waveguide Technology	high power handling, low insertion losses.	heavy mass, large size.	Radar, satellite communication.
Substrate Integrated Waveguide (SIW) Technology	low cost, compact size, light weight.	dielectric losses, leakage losses.	wireless sensing, communication systems, radar.
Low Temperature Co-Fired Ceramics (LTCC) Technology	low insertion loss, compact size, broad stopband suppression.	highly dependent dielectric material.	Bluetooth, WLAN, 5G applications.
Planar Technology	compact size, low cost.	low quality factor, limited power handling.	5G applications, wireless communication, modern communication systems, and Bluetooth.

3. CONCLUSION

In this paper, a comparative analysis of widely used microwave filter technologies—namely waveguide, SIW, LTCC, and planar filters—has been presented. Each technology offers a unique set of trade-offs in terms of performance, integration level, cost, and size. While waveguide filters provide excellent quality factors and low loss, they are bulky and difficult to integrate. SIW filters offer a good balance between performance and compactness and are well-suited for modern integrated systems. LTCC filters excel in multilayer integration but may introduce higher insertion loss, whereas planar filters are cost-effective and easy to fabricate but generally exhibit lower Q-factors.

This survey aims to guide researchers and engineers in selecting the appropriate filter technology for specific RF and microwave applications. Future work may explore emerging filter trends, such as tunable filters, additive manufacturing techniques, and co-design with active components, which hold great potential for next-generation wireless systems.

4. REFERENCES

Achraou, S., Elftouh, H., Farkhsi, A., Zakriti, A., & Haddi, S. B. (2020). Substrate Integrated WaveGuide Bandpass Filter for MM-Wave applications. *Procedia Manufacturing*, *46*, 766–770. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.04.002

Ahn, N. K., & Yom, N. I. (2008). A Ka-band multilayer LTCC 4-pole bandpass filter using dual-mode cavity resonators. *IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest*, 1235–1238. https://doi.org/10.1109/mwsym.2008.4633282

Al-Yasir, Y. I. A., Parchin, N. O., Alabdallah, A., Abdulkhaleq, A. M., Sajedin, M., Elfergani, I. T. E., & Abd-Alhameed, R. A. (2019). Design, simulation and implementation of very compact open-loop trisection BPF for 5G communications. *2019 IEEE 2nd 5G World Forum (5GWF)*, 189–193. https://doi.org/10.1109/5gwf.2019.8911677

Arregui, I., Arnedo, I., Lujambio, A., Chudzik, M., Benito, D., Jost, R., Gortz, F.-., Lopetegi, T., & Laso, M. a. G. (2010). A compact design of High-Power Spurious-Free Low-Pass WaveGuide filter. *IEEE Microwave and Wireless Components Letters*, *20*(11), 595–597. https://doi.org/10.1109/lmwc.2010.2072989

Arregui, I., Teberio, F., Arnedo, I., Percaz, J. M., Martin-Iglesias, P., Lopetegi, T., & Laso, M. A. (2020). High-Power Filter design in Waveguide Technology: Future generation of Waveguide satellite filters in payloads handling increasing bit rates and numbers of channels. *IEEE Microwave Magazine*, *21*(6), 46–57. https://doi.org/10.1109/mmm.2020.2979154

Atia, A., & Williams, A. (1972). Narrow-BandPass Waveguide Filters. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, *20*(4), 258–265. https://doi.org/10.1109/tmtt.1972.1127732

BiÇer, S., Doğan, H., BaşyiĞiT, İ. B., & Genç, A. (2023). Analytical design of band-pass waveguide filter in C-band using inductive iris. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.1169961

Boria, V., & Gimeno, B. (2007). Waveguide filters for satellites. *IEEE Microwave Magazine*, *8*(5), 60–70. https://doi.org/10.1109/mmm.2007.903649

Chen, N. B., Shen, N. T., & Wu, N. R. (2009). Dual-Band vertically stacked laminated waveguide filter design in LTCC technology. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, *57*(6), 1554–1562. https://doi.org/10.1109/tmtt.2009.2020833

Chen, N. X., Hong, W., Cui, T., Chen, N. J., & Wu, K. (2005). Substrate integrated waveguide (SIW) linear phase filter. *IEEE Microwave and Wireless Components Letters*, *15*(11), 787–789. https://doi.org/10.1109/lmwc.2005.859021

Chen, X., & Wu, K. (2014). Substrate Integrated Waveguide Filter: basic design rules and fundamental structure features. *IEEE Microwave Magazine*, *15*(5), 108–116. https://doi.org/10.1109/mmm.2014.2321263

Chen, X., & Wu, K. (2014). Substrate Integrated Waveguide Filters: Practical aspects and design considerations. *IEEE Microwave Magazine*, *15*(7), 75–83. https://doi.org/10.1109/mmm.2014.2355751

Chen, X., Wu, K., & Li, Z. (2007). Dual-Band and Triple-Band substrate integrated waveguide filters with Chebyshev and Quasi-Elliptic responses. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, *55*(12), 2569–2578. https://doi.org/10.1109/tmtt.2007.909603

Garg, P., Awasthi, S., & Jain, P. (2018). A Survey Of Microwave Bandpass Filter Using Coupled Line Resonator -Research Design And Development. In *2018 International conference on sustainable energy, electronics, and computing systems (SEEMS)* (pp. 1–9). https://doi.org/10.1109/seems.2018.8687341

Ghassemi, N., Gauthier, J., & Wu, K. (2013). Low-cost E-band receiver front-end development for gigabyte point-to-point wireless communications. *European Microwave Conference*, 1011–1014.

Hao, Z., Ding, W., & Hong, W. (2016). Developing Low-Cost W -Band SIW Bandpass Filters Using the Commercially Available Printed-Circuit-Board Technology. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, *64*(6), 1775–1786. https://doi.org/10.1109/tmtt.2016.2553029

Hu, S., Hua, M., & Zhou, B. (2023). Compact LTCC filter with wide stopband for 5G applications. *Microwave and Optical Technology Letters*, *65*(9), 2494–2499. https://doi.org/10.1002/mop.33735

Kadiri, A., Tajmouati, A., Zahraoui, I., Lakhssassi, A., & Aytouna, F. (2023). Design of compact Planar filters Miniaturization challenges. In *Advances in mechatronics and mechanical engineering (AMME) book series* (pp. 353–378). https://doi.org/10.4018/978-1-6684-5955-3.ch012

Kelleci, C., & Atalar, A. (2017). An analytical approach to the design of multiple mode rectangular cavity waveguide filters. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, *65*(8), 2857–2865. https://doi.org/10.1109/tmtt.2017.2670000

Khani, H. I., & Ezzulddin, A. S. (2023). A survey on Microstrip Single/Multiband Bandpass Filter for 5G applications. *Engineering and Technology Journal*, *41*(2), 1–17. https://doi.org/10.30684/etj.2022.135858.1288

Lee, J., & Sarabandi, K. (2007). A synthesis method for Dual-Passband microwave filters. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, *55*(6), 1163–1170. https://doi.org/10.1109/tmtt.2007.897712

Ma, R., Liang, J., Zhang, B., & Fu, X. (2024). Design and analysis of a miniaturized LTCC Bandpass filter for 5G Millimeter-Wave applications. *2022 International Conference on Microwave and Millimeter Wave Technology (ICMMT)*, 1–3. https://doi.org/10.1109/icmmt61774.2024.10672102

Mira, F., Mateu, J., Cogollos, S., & Boria, V. (2009). Design of Ultra-Wideband Substrate Integrated Waveguide (SIW) filters in Zigzag topology. *IEEE Microwave and Wireless Components Letters*, *19*(5), 281–283. https://doi.org/10.1109/lmwc.2009.2017589

Mokhtaari, M., Bornemann, J., & Amari, S. (2006). Coupling-Matrix design of Dual/Triple-Band Uni-Planar Filters. *IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest*, *1*, 515–518. https://doi.org/10.1109/mwsym.2006.249624

Nwajana, A. O., & Obi, E. R. (2022). A review on SIW and its applications to microwave components. *Electronics*, *11*(7), 1160. https://doi.org/10.3390/electronics11071160

Shen, G., Che, W., & Xue, Q. (2019). Compact microwave and Millimeter-Wave bandpass filters using LTCC-Based hybrid lumped and distributed resonators. *IEEE Access*, *7*, 104797–104809. https://doi.org/10.1109/access.2019.2931765

Showail, J. (2018). *System on package (SOP) millimeter wave filters for 5G applications*. https://doi.org/10.25781/kaust-way75

Simin, A., Kholodnyak, D., & Vendik, I. (2007). A novel approach to synthesis of bandpass filters with minimized insertion loss. *European Microwave Conference*, *1*, 336–339. https://doi.org/10.1109/eumc.2007.4405195

Simine, A., Kholodnyak, D., Turalchuk, P., Piatnitsa, V., Jantunen, H., & Vendik, I. (2005). Enhancement of inductance Q-factor for LTCC filter design. *European Microwave Conference*, 4 pp. – 1322. https://doi.org/10.1109/eumc.2005.1610178

Williams, A. (1970). A Four-Cavity Elliptic Waveguide filter. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, *18*(12), 1109–1114. https://doi.org/10.1109/tmtt.1970.1127419

Wolff, I. (2007). Design and technology of Microwave and Millimeterwave LTCC circuits and systems. *International Symposium on Signals, Systems and Electronics*, 505–512. https://doi.org/10.1109/isse.2007.4294524

Xu, X., Zhang, M., Hirokawa, J., & Ando, M. (2016). E-Band Plate-Laminated waveguide filters and their integration into a Corporate-Feed slot array antenna with diffusion bonding technology. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, *64*(11), 3592–3603. https://doi.org/10.1109/tmtt.2016.2602859

Zhu, L., Mansour, R. R., & Yu, M. (2017). Compact Waveguide Dual-Band filters and diplexers. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, *65*(5), 1525–1533. https://doi.org/10.1109/tmtt.2016.2642957

Zhu, N. L., Mansour, R. R., & Yu, N. M. (2016). Compact triple-band bandpass filters using rectangular waveguide resonators. *2022 IEEE/MTT-S International Microwave Symposium - IMS 2022*, 1–3. https://doi.org/10.1109/mwsym.2016.7540059

PREDICTED ACCIDENT SCENARIOS AND RADIOLOGICAL IMPACTS FOR THE PLANNED IĞNEADA NUCLEAR POWER PLANT

PROJE AŞAMASINDAKİ İĞNEADA NÜKLEER SANTRALİ İÇİN ÖNGÖRÜLEN KAZA SENARYOLARI VE RADYOLOJİK ETKİLERİ

Abdullah ZENGİN[1], Hüseyin ŞAHİNER[2], Ekrem GÜLSEVİNÇLER[3]

[1]Sinop Üniversitesi, nükleer bilimler, 0009-0007-1961-1441

[2]Dr.Öğr.Üyesi, Sinop Üniversitesi, nükleer bilimler, 0000-0002-4787-6275

[3]Dr.Öğr.Üyesi, Sinop Üniversitesi, nükleer bilimler,

0000-0002-3191-1590

Özet

İğneada Nükleer güç santrali projesi, Türkiye'nin Trakya bölgesinde Kırklareli iliş sınırları içeresinde Karadeniz kıyısına planlanan üçüncü santral olup henüz proje aşamasındadır. 2015 yılında İğneada NGS için potansiyel saha belirlendiği bildirilmiş ve 2023 yılında Çinli şirketlerle inşa süreci için görüşmelere başlanılmıştır. Nükleer santrallerin güvenlik tasarımı derinlemesine savunma ilkesiyle oluşturulmuştur ve bu kapsamda reaktörde meydana gelen nükleer reaksiyonlar sonucunda açığa çıkan radyoaktif maddelerin çevre ile arasında fiziksel bariyerler konulmuş ve çoklu güvenlik sistemleri geliştirilmiştir. Geliştirilen güvenlik sitemlerine ve acil durumlarda çekirdek soğutulmasını sağlayacak aktif ve pasif sistemleri bütün durumlarda santrali güvenli duruma getirmek amacıyla tasarlanmıştır Bu güvenlik sitemlerine rağmen nükleer kazalarda radyoaktif salınım riski tamamen ortadan kaldırmaz. Olası bir kaza anında halkın güvenliğini sağlamak için meteorolojik, coğrafi, ulaşım verilerine dayalı tahliye planları oluşturulmalıdır. Kaza sonrasında açığa çıkan radyoaktif bulutun yayılımı, rüzgâr yönü ve hızı gibi faktörlerle doğrudan ilişkili olup, riskli bölgelerin önceden belirlenmesini gerektirir. Bu kapsamada kullanılan Hotspot Health Physics yazılımlarla oluşturulan kaza senaryolarında radyoaktif dağılımı simüle ederek acil durumlarda riskli bölgelerin önceden belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu çalışmada İğneada nükleer santrali için bu tür analizlerin yapılması planlanmamakta olup, nükleer santrallerin et alanında bulunan başta Kırklareli olmak üzere çevre illerde uygulanacak varsayımsal kaza senaryosu ile kazadan sonra uygulanabilecek bir yol haritasının geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Simülasyon sonucunda elde edilen veriler ışığında tahliye rotaları ve radyasyon maruziyeti değerlendirmelerini içerecek şekilde, halk sağlığının korunması amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: İğneada nükleer santrali, Atmosferik dağılım modeli, Nükleer kaza, HotSpot

Abstract

The İğneada Nuclear Power Plant project, planned to be Turkey's third nuclear power plant, is located on the Black Sea coast within the borders of Kırklareli province in the Thrace region and is currently in the project phase. In 2015, the site was identified as a potential location for the İğneada NPP, and in 2023, negotiations were initiated with Chinese companies for the

construction process. The safety design of nuclear power plants is based on the principle of defense-in-depth, and within this framework, physical barriers have been placed between the radioactive materials released as a result of nuclear reactions in the reactor and the external environment, and multiple safety systems have been developed. The developed safety systems, along with active and passive systems designed to ensure core cooling in emergency situations, aim to bring the plant to a safe condition under all circumstances. Despite these safety systems, the risk of radioactive release in nuclear accidents cannot be completely eliminated. In the event of a potential accident, evacuation plans based on meteorological, geographical, and transportation data should be developed to ensure public safety. The dispersion of the radioactive plume released after an accident is directly related to factors such as wind direction and speed, which necessitates the identification of high-risk areas in advance. In this context, accident scenarios simulated using Hotspot Health Physics codes play a significant role in identifying at-risk regions before an emergency occurs. In this study, such analyses are not planned specifically for the İğneada Nuclear Power Plant, but rather, the objective is to develop a post-accident response roadmap based on a hypothetical accident scenario to be applied in Kırklareli and other surrounding provinces within the impact area of the nuclear plant. Based on the data obtained from the simulation, the protection of public health is intended through the development of evacuation routes and radiation exposure assessments.

Keywords: İğneada Nuclear Power Plant, Atmospheric Dispersion Model, Nuclear Accident, HotSpot

EFFECT OF OLEUROPEIN ON INSULIN RESISTANCE: RECENT DEVELOPMENTS

OLEUROPEİN'İN İNSÜLİN DİRENCİNE ETKİSİ : SON GELİŞMELER

Ümmügülsüm YÜCESOY[1], Velid UNSAL[2]

[1]Kimya Anabilim Dalı, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mardin Artuklu Üniversitesi, Mardin, Türkiye Orcid: 0009-0003-4527-0717

[2]Beslenme Diyetetik Bölümü, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Mardin Artuklu Üniversitesi, Mardin, Türkiye Orcid:0000-0003-1415-0563

Özet

Zeytin ağacının meyvesi ve yapraklarında ve zeytinyağında bulunan Oleuropein'in antioksidan, anti-inflamatuar, kardiyoprotektif, anti-kanser özelliklerinin yanında son zamanlarda insülin direncine etkisi son yayınlanan raporlarda bildirilmektedir. Bozulmuş insülin duyarlılığı bilinen insülin direnci, insülin sinyallemesinin kan glikoz seviyelerine verdiği tepkinin azalmasının sonucu ortaya çıkar. Gelişen insülin direnci başta enflamasyon, ateskleroz, dislipidemi, hipertansiyon gibi hastalıklara zemin hazırladığı için, insülin direncini azaltmak metabolik hastalıkların önlenmesinde çok önem arzetmektedir. Bu çalışmanın amacı oleuropein'in insülin direnci koşullarına etkisini tartışmaktır. Oleuropein bileşiğinin insülin direncine etkisini araştırmak için 2020-2025 yılları arasında yayımlanan makaleler dikkate alındı. Literatür taraması, akademik veri tabanları olan Scopus, PubMed, ve Google Scholar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler incelendiğinde, oleuropein'nin toklukta glisemik kontrolünü önemli ölçüde iyileştirerek, glukoz taşıyıcılar (GLUTs) aracılığıyla hücrelere glukoz girişini hızlandırarak, toplam vücut ve yağ-özgül kütle kazanımını azaltarak, insülin duyarlılığı artırarak, insülin direncini önemli rolü olduğu . Dahası, oleuropein, reaktif oksidatif süpürme seviyelerini azaltabilmektedir. Fazla yağ bağlı insülin direncini oleuropein adipositlerde , lipid birikiminde ve çoklu pro-adipojenik genlerin mRNA seviyelerinde bir azaltma yaparak sağlamaktadır. Oleuropein insülin içeriğini ve salgısını iyileştirdiği ve proinflamatuar medyatörlerin seviyelerini azalttığı da belirlenmiştir. Oleuropein'in insülin direncine bağlı gelişen tip 2 diyabetin neden olduğu lipotoksisite koşulu altında iskelet kasındaki glikoz toleransını da etkileyebilmektedir. Aynı zamanda AMPK'nin hücrelere glikoz alımını teşvik etmek için aktivasyonu, egzersizin iskelet kaslarında insülin direncini iyileştirdiği mekanizmaya benzerdir.

Keywords: Oleuropein, insülin resistance , olive

Abstract

Recent Oleuropein, found in the fruit and leaves of the olive tree and in olive oil, has antioxidant, anti-inflammatory, cardioprotective, and anti-cancer properties, as well as its effect on insulin resistance, which has recently been reported in recently published reports. Insulin resistance, known as impaired insulin sensitivity, occurs as a result of the decreased response of insulin signaling to blood glucose levels. Since developing insulin resistance paves the way for diseases such as inflammation, atherosclerosis, dyslipidemia, and hypertension, reducing insulin resistance is of great importance in preventing metabolic diseases. The aim of this study

is to discuss the effect of oleuropein on insulin resistance conditions. To investigate the effect of oleuropein on insulin resistance, articles published between 2020 and 2025 were taken into consideration. The literature review was conducted using the academic databases Scopus, PubMed, and Google Scholar. When the obtained data were examined, it was observed that oleuropein significantly improved glycemic control in satiety, accelerated glucose entry into cells via glucose transporters (GLUTs), reduced total body and fat-specific mass gain, increased insulin sensitivity, and played an important role in insulin resistance. Moreover, oleuropein can reduce reactive oxidative scavenging levels.Oleuropein reduces insulin resistance due to excess fat by reducing lipid accumulation and mRNA levels of multiple pro-adipogenic genes in adipocytes. Oleuropein has also been shown to improve insulin content and secretion and to reduce levels of pro-inflammatory mediators. Oleuropein may also affect glucose tolerance in skeletal muscle under the lipotoxicity condition of type 2 diabetes caused by insulin resistance. At the same time, activation of AMPK to promote glucose uptake into cells is similar to the mechanism by which exercise improves insulin resistance in skeletal muscle.

Keywords: Oleuropein, insülin resistance, olive

INVESTIGATION OF ELECTROCHEMICAL BEHAVIOR OF TENOFOVIR DISOPROXIL FUMARATE USING MODIFIED ELECTRODE

TENOFOVİR DİSOPROKSİL FUMARAT'IN MODİFİYE EDİLMİŞ ELEKTROT KULLANILARAK ELEKTROKİMYASAL DAVRANIŞININ İNCELENMESİ

Seher EYÜBOĞLU[1], İbrahim Sarper KARAMAN[2], Yeliz KARAMAN[3]

[1]Araştırmacı, Sinop Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, 57000 Sinop, Fizikokimya, 0009-0001-9573-1820

[2]Araştırmacı, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Fakültesi Kimya Bölümü, 55139 Samsun, Fizikokimya, 0009-0007-5041-2328

[3]Prof. Dr., Sinop Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, 57000 Sinop, Fizikokimya, 0000-0003-1792-5037

Özet

Voltametrik çalışmalarda kullanılan katı elektrot yüzeylerinin zamanla değişikliğe uğraması istenilen tepkimenin doğruluğunda sapmalara sebep olabilmektedir. Pt, Au ve C elektrot yüzeyleri yarı iletken polimerler ile modifiye edilerek hem seçicilikleri hem de duyarlılıkları artırılmaktadır.

Tenofovir Disoproksil Fumarat (TDF), HIV virüsü etkilerinin kontrol altına alınması amacıyla kullanılan antiretroviral ilaçlar sınıfındadır. HIV virüsü tedavi edilmezse ilerleyen aşamalarında AIDS hastalığına dönüşmektedir. HIV'e bağlı morbiditeyi azaltmak, kilo kaybını durdurmak ve yaşam kalitesini artırmak amacıyla diğer antiretroviral sınıfı ilaçlar ile kombine edilerek kullanılmaktadır.

Deneysel çalışmalar, Metrohm marka 757 VA Computrace Model Voltametrik Analiz Cihazı ile yapıldı. Çalışma elektrodu olarak camsı karbon elektrot (GCE), referans elektrot olarak Ag/AgCl elektrodu (3M KCl) ve karşıt elektrot olarak da platin tel kullanıldı. Camsı karbon elektrot $2x10^{-3}$ M p-aminobenzen sülfonik asit içeren 0,1 M fosfat tamponunda (pH 7) elektropolimerizasyon tekniği ile -1,5 V ve +2,5 V potansiyel aralığında 100 mVs^{-1} tarama hızında 5 döngü alınarak kaplandı. Kaplama işleminden sonra fosfat tamponunda (pH 7) -1,0 V ve +1,0 V aralığında 3 döngü alınarak dönüşümlü voltametri tekniği ile aktive edildi.

TDF'nin elektrokimyasal davranışını belirlemek amacıyla asetat tamponu, fosfat tamponu ve Britton-Robinson tamponu çözeltileri kullanıldı. Çalışma öncesinde ortamdan 300 s azot gazı geçirildi. Çalışmalarda GCE ve modifiye edilmiş GCE'da dönüşümlü voltametri (CV), kare dalga voltametrisi (SWV) ve diferansiyel puls voltametrisi (DPV) teknikleri kullanılarak pik akımları ve pik potansiyellerinin pH ile değişimleri incelendi. GCE ve modifiye edilmiş GCE'da elde edilen pik akımları karşılaştırıldı. Elde edilen veriler sonucunda CV tekniği için çalışma ortamı olarak asetat tamponu (pH 3,7) seçildi.

Anahtar Kelimeler: Tenofovir Disoproksil Fumarat, camsı karbon elektrot, voltametri

Abstract

The change in solid electrode surfaces used in voltammetric studies over time can cause deviations in the accuracy of the desired reaction. Pt, Au and C electrode surfaces are modified with semiconductor polymers to increase both their selectivity and sensitivity.

Tenofovir Disoproxil Fumarate (TDF) is in the class of antiretroviral drugs used to control the effects of the HIV virus. If the HIV virus is not treated, it turns into AIDS in its advanced stages. It is used in combination with other antiretroviral class drugs to reduce HIV-related morbidity, stop weight loss and increase quality of life.

Experimental studies were performed with a Metrohm 757 VA Computrace Model Voltammetric Analyzer. Glassy carbon electrode (GCE) was used as the working electrode, Ag/AgCl electrode (3M KCl) was used as the reference electrode and platinum wire was used as the counter electrode. The glassy carbon electrode was coated by electropolymerization technique in 0.1 M phosphate buffer (pH 7) containing $2x10^{-3}$ M p-aminobenzene sulfonic acid, by taking 5 cycles at a sweep rate of 100 mVs^{-1} in the potential range of -1.5 V and +2.5 V. After the coating process, it was activated by cyclic voltammetry technique by taking 3 cycles between -1.0 V and +1.0 V in phosphate buffer (pH 7).

Acetate buffer, phosphate buffer and Britton-Robinson buffer solutions were used to determine the electrochemical behavior of TDF. Nitrogen gas was passed through the medium for 300 s before the study. In the studies, the changes in peak currents and peak potentials with pH were investigated on GCE and modified GCE using cyclic voltammetry (CV), square wave voltammetry (SWV) and differential pulse voltammetry (DPV) techniques. The peak currents obtained on GCE and modified GCE were compared. As a result of the obtained data, acetate buffer (pH 3.7) was selected as the working medium for the CV technique.

Keywords: Tenofovir Disoproxil Fumarate, glassy carbon electrode, voltammetry

EVALUATION OF STRUCTURAL, MECHANICAL AND BIOLOGICAL PROPERTIES OF ZINC NANOPARTICLE DOPED PVA/CHITOSAN HYDROGELS FOR TISSUE PATCH APPLICATIONS

DOKU YAMASI UYGULAMALARI İÇİN ÇİNKO NANOPARTİKÜL KATKILI PVA/KİTOSAN HİDROJELLERİN YAPISAL, MEKANİK VE BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ayça CAN [1], Seda GENÇ ŞİMŞEK [2], Kadriye KIZILBEY [3]

[1] Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomedikal Mühendisliği Anabilim Dalı, 0000-0003-3154-1494

[2] Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı, 0000-0002-4816-3939

[3] Doç. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, 0000-0002-0297-0057

Özet

Bu çalışmada, polivinil alkol (PVA) ve kitosan (CH) bazlı kompozit filmlerin çinko nanoparçacıkları (ZnNP) ile yüklenerek fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çinko nanoparçacıkları, çevre dostu bir yaklaşım olarak mantar ekstraktları kullanılarak biyolojik yolla sentezlenmiştir. Mantar ekstraktlarının hücre canlılığı üzerinde toksik etkisi olmadığı ve ZnNP'lerin biyouyumluluğunu artırmada bir rol oynayabileceği gözlemlenmiştir. Saf ve farklı oranlara sahip ZnNP katkılı filmlerin sitotoksisitesi MTT (3-(4,5-Dimethylthiazol-2-yl)-2,5-Diphenyltetrazolium Bromide) metotu kullanılarak belirlenmiştir. Düşük konsantrasyonlara sahip nanopartikül yüklü filmlerde toksik etki görülmemiştir. Ancak, yüksek nanoparçacık konsantrasyonlarında hücre canlılığında azalma tespit edilmiştir.

Tarama Elektron Mikroskobu (SEM) analizleri, ZnNP içeriği arttıkça yüzeyde nanoparçacık birikintilerinin daha belirgin hale geldiğini ortaya koymuş, en yüksek NP içeriğine sahip filmlerde bu birikintiler gözle görülür şekilde artmıştır. FTIR analizleri, PVA ve kitosan arasındaki hidrojen bağlarını doğrulamış ve bu bağların kompozit filmlerin stabilitesini artıran önemli etkileşimler sağladığını göstermiştir. Su temas açısı ölçümleri, nanoparçacıkların dağılımının filmin hidrofobik veya hidrofilik özelliklerini belirleyici bir faktör olduğunu ortaya koymuştur. Yüksek NP içeriğine sahip filmlerin daha fazla agregat yapısı oluşturduğundan hidrofobik, düşük NP içeriğine sahip filmlerin ise daha hidrofilik özellik gösterdiği tespit edilmiştir.

Çekme testleri ise, filmlerin mekanik dayanıklılığı hakkında bilgi vermiştir. NP içeriği yüksek olan filmlerin daha düşük gerilme ve kopma dayanımına sahip olduğu, buna karşın kitosan içeriği fazla olan filmlerin daha yüksek gerilme dayanımı sergilediği gözlemlenmiştir. Özellikle, yüksek kitosan içeriğine sahip filmler, daha yüksek su emme kapasitesine sahip olup, daha fazla şişme gösterirken, yüksek NP içeriğine sahip filmler daha düşük şişme oranları ile su emme kapasitesinde sınırlı bir artış göstermektedir.

Bu çalışma, ZnNP'lerin biyomedikal uygulamalarda ve özellikle doku mühendisliği gibi rejeneratif tıp alanlarındapotansiyel kullanımını göstermektedir. Doku mühendisliği uygulamalarında, hücre büyümesini destekleyen, biyobozunur ve biyouyumlu yapıların geliştirilmesi önemlidir. Bu bağlamda, mantar ekstraktlarının çevre dostu sentez yöntemleri ile ZnNP'lerin biyokompatibilitesinin artırılabileceği gösterilmiştir.

Anahtar kelimeler: Doku mühendisliği, nanomateryaller, polimerik filmler, yeşil sentez yöntemi, biyouyumluluk

Abstract

In this study, it was aimed to investigate the physical, chemical, and biological properties of polyvinyl alcohol (PVA) and chitosan (CH)-based composite films doped with zinc nanoparticles (ZnNPs). As an environmentally friendly approach, ZnNPs were biologically synthesized using mushroom extracts. It was observed that the mushroom extracts had no toxic effects on cell viability and might play a role in enhancing the biocompatibility of ZnNPs. The cytotoxicity of pure and ZnNP doped films with different ratios was determined using MTT (3-(4,5-Dimethylthiazol-2-yl)-2,5-Diphenyltetrazolium Bromide) method. No toxic effect was observed in nanoparticle loaded films with low concentrations. However, a decrease in cell viability was detected at high nanoparticle concentrations.

Scanning Electron Microscopy (SEM) analyses revealed that as the ZnNP content increased, the accumulation of nanoparticles on the surface became more pronounced, with the highest NP-containing films showing visibly greater aggregations. FTIR analyses confirmed hydrogen bonding between PVA and chitosan, indicating significant interactions that enhance the stability of the composite films. Water contact angle measurements showed that the distribution of nanoparticles is a determining factor in the hydrophobic or hydrophilic nature of the film. Films with high NP content formed more aggregates and exhibited more hydrophobic properties, while those with lower NP content were found to be more hydrophilic.

Tensile tests provided insight into the mechanical durability of the films. Films with high NP content showed lower tensile strength and elongation at break, whereas those with higher chitosan content demonstrated greater tensile strength. Notably, films rich in chitosan exhibited higher water absorption capacity and greater swelling behavior, while those with higher NP content showed limited swelling and water uptake.

This study demonstrates the potential use of ZnNPs in biomedical applications, particularly in tissue engineering and other areas of regenerative medicine, where the development of biodegradable and biocompatible scaffolds that support cell growth is crucial. In this context, the use of mushroom extracts as green synthesis agents has shown promise in enhancing the biocompatibility of ZnNPs.

Keywords: Tissue engineering, nanomaterials, polymeric films, green synthesis method, biocompatibility

INVESTIGATION OF EATING BEHAVIORS AND DIETARY COMPLIANCE OF ADULT INDIVIDUALS WITH PHENYLKETONURIA

YETİŞKİN FENİLKETONÜRİLİ BİREYLERİN YEME DAVRANIŞLARININ VE DİYETE UYUM DURUMLARININ İNCELENMESİ

Ayşe Billur DEMİRKESEN[1], Aylin SEYLAM KÜŞÜMLER[2]

[1] İstanbul Okan Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, 0009-0004-2612-4578

[2] Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Okan Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, 0000-0003-4705-8042

Özet

Fenilketonüri (PKU), fenilalanin hidroksilaz enziminin yetersizliği sonucu ortaya çıkan, tedavi edilmediğinde ciddi nörolojik hasarla kendini gösteren doğuştan gelen bir metabolizma hastalığıdır. Yenidoğan tarama programları ile hastalık genellikle doğumdan kısa bir süre sonra teşhis edilerek erken müdahale imkânı sağlanmaktadır. Günümüzde PKU tedavisinin en etkili yaklaşımı; ömür boyu sürdürülen düşük proteinli diyet uygulaması, tıbbi gıda destekleriyle günlük protein ihtiyacının karşılanması ve kandaki fenilalanin düzeylerinin düzenli aralıklarla izlenmesidir. Türkiye'de canlı doğan her 3.500-4.000 bebekten birinde fenilketonüri hastalığı görülmektedir. Türkiye'de PKU sıklığının yüksek olması, hastalıkla ilgili toplumsal farkındalığın artırılmasını önemli hale getirmektedir. PKU'lu bireylerin diyetlerine uyum gösterebilmeleri çeşitli bireysel ve çevresel faktörler nedeniyle zorlaşabilmektedir. Sosyal çevrede oluşan baskılar, bireylerin toplumsal uyum süreçlerini zorlaştırmakta ve bu durum diyetin sürekliliğini olumsuz etkilemektedir. Günlük yaşamın temposu içerisinde diyet tedavisine zaman ayırmakta yaşanan güçlükler ve özel diyet ürünlerinin yüksek maliyetleri, ekonomik açıdan da önemli bir engel teşkil etmektedir. Ayrıca, tüketilen besinlerin fenilalanin (Phe) içeriklerine dair bilgi eksikliği ve piyasada yeterli düşük Phe içeren ürün bulunmaması, diyetin uygulanabilirliğini azaltmaktadır. Bunlara ek olarak, diyetin hastalık üzerindeki etkilerine dair farkındalığın düşük olması da bireylerin diyete uyumlarını olumsuz yönde etkileyen önemli bir faktördür. Tüm bu nedenler, PKU'lu bireylerin yaşam kalitesini sürdürülebilir kılmak için daha kapsamlı destek mekanizmalarının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu hastalık yaşam boyu diyet tedavisi gerektirdiği için bireylerin yeme davranışları üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Güncel çalışmalar, metabolik kontrol düzeyi düşük olan bireylerde düzensiz yeme davranışlarının daha sık görülebildiğini ve bu bireylerin yeme bozukluğu geliştirme riskinin daha yüksek olabileceğini ortaya koymaktadır. Yeme bozukluklarının ortaya çıkışı PKU'ya ilişkin Avrupa Kılavuzlarında kabul edilmektedir ancak literatürün azlığı nedeniyle bu alanın daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu ifade edilmektedir. Fenilketonürili bireylerinin diyete uyumlarının desteklenmesi ve yeme davranışlarında bozulma gösteren bireylerin sağlıklı beslenme alışkanlıklarına yönlendirilmesi gerekmektedir. Çeşitli nedenlerle diyet tedavisine uyum sağlayamayan bireylerin ihtiyaçlarının anlaşılması ve bu ihtiyaçların daha görünür hale gelmesi, PKU tedavisinin etkinliği ve bireylerin yaşam kalitesinin iyileştirilmesi açısından kritik bir önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: fenilketonüri, diyet uyumu, yeme davranışı, yetişkin PKU

Abstract

Phenylketonuria (PKU) is a congenital metabolic disease that occurs as a result of a deficiency in the phenylalanine hydroxylase enzyme and manifests itself with serious neurological damage if left untreated. Newborn screening programs usually diagnose the disease shortly after birth, allowing for early intervention. The most effective approach to PKU treatment today is a lifelong low-protein diet, meeting daily protein needs with medical food supplements, and regularly monitoring phenylalanine levels in the blood. Phenylketonuria is seen in one of every 3,500-4,000 babies born alive in Türkiye. The high frequency of PKU in Turkey makes it important to increase public awareness of the disease. It can be difficult for individuals with PKU to adapt to their diets due to various individual and environmental factors. The pressures in the social environment make it difficult for individuals to socially adapt, and this negatively affects the continuity of the diet. The difficulties experienced in making time for diet treatment within the tempo of daily life and the high costs of special diet products also constitute a significant obstacle from an economic perspective. In addition, lack of information on the phenylalanine (Phe) content of consumed foods and the lack of sufficient low-Phe products on the market reduce the applicability of the diet. In addition, low awareness of the effects of the diet on the disease is an important factor that negatively affects individuals' compliance with the diet. All these reasons reveal the need for more comprehensive support mechanisms in order to sustain the quality of life of individuals with PKU. Since this disease requires lifelong dietary treatment, it plays a determining role in individuals' eating behaviors. Current studies reveal that irregular eating behaviors can be seen more frequently in individuals with low metabolic control levels and that these individuals may be at higher risk of developing eating disorders. The emergence of eating disorders is accepted in the European Guidelines on PKU, but it is stated that this area needs more studies due to the scarcity of literature. It is necessary to support the compliance of individuals with phenylketonuria to the diet and to direct individuals with impaired eating behaviors to healthy eating habits. Understanding the needs of individuals who cannot comply with dietary treatment for various reasons and making these needs more visible is of critical importance in terms of the effectiveness of PKU treatment and improving the quality of life of individuals.

Keywords: phenylketonuria, dietary adherence, eating behavior, adult PKU

EVALUATION OF ADME PROPERTIES OF AZOLE DERIVATIVE COMPOUNDS BY IN SILICO METHOD

AZOL TÜREVİ BİLEŞİKLERİN ADME ÖZELLİKLERİNİN IN SILICO YÖNTEMLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Işık ÇAKMAK[1], Sinem ÖZDEMİR[2], Nurhan GÜMRÜKÇÜOĞLU[3]

[1]Dr, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi(Biyoenformatik), 0000-0003-4758-4077

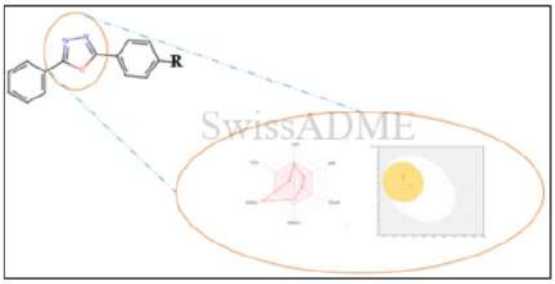
[2]Dr, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi(Biyoenformatik), 0000-0002-6332-0891

[3] Prof.Dr, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, 0000-0002-9669-6318

Özet

Azol türevleri arasında yer alan oksadiazoller, iki karbon, iki azot ve bir oksijen atomu içeren beş üyeli heteroaromatik halkalar olarak tanımlanmaktadır. Bu yapılar, sahip oldukları oksadiazol iskeleti sayesinde antimikrobiyal, antiinflamatuvar, antitümöral ve antioksidan gibi çeşitli biyolojik etkiler göstermektedir. Biyolojik aktivitelerin çeşitliliği oksadiazol türevli bileşiklerin tıbbi kimyada geniş bir yer tutmasına, ilaç geliştirme süreçlerinde önemli bir araştırma konusu haline gelmesine neden olmaktadır. İlaç geliştirme sürecinde aday bileşiğin ADME (emilim, dağılım, metabolizma, atılım) parametreleriyle birlikte farmakokinetik ve farmakodinamik özelliklerinin dengeli bir şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Aday bileşiklerin ADME özelliklerini ve ilaç benzerliğini değerlendirmeye olanak tanıyan ve ilaç geliştirme sürecini daha verimli ve düşük maliyetli hâle getiren in silico araçlar mevcuttur. Yapılan çalışma, daha önce sentezlenmiş ve in vitro analiz ile antioksidan aktiviteleri incelenmiş 2,5-Disubstitue-1,3,4-Oxadiazole türevi bileşiklerin ADME profillerinin değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Bu bağlamda in silico ADME analizi SwissADME çevrimiçi aracı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz kapsamında gastrointestinal emilim, kan-beyin bariyeri geçirgenliği, P glikoprotein gibi farmakokinetik özellikleri ve fizikokimyasal özellikleri değerlendirilmiştir. İlaç benzerliği için Lipinski filtresi temel alınmıştır. Elde edilen veriler, üç bileşiğinde Lipinski kurallarına uyduğunu, gastrointestinal emilimlerinin yüksek olduğunu, kan-beyin bariyerini geçtiğini, P-gp tarafından tanınmadığını göstermektedir. Bileşiklere ait biyoyararlanım radarlarına bakıldığında sadece doygunluk parametresi pembe alanın dışında kaldığı görülmüştür. Analiz sonuçları, bileşiklerin ilaç benzerliği kriterlerine uygun olduğunu ve potansiyel oral biyoyararlanıma sahip olabilecekleri desteklemekte, bileşiklerin ileri farmakolojik çalışmalar için potansiyel aday olabileceğini göstermektedir.

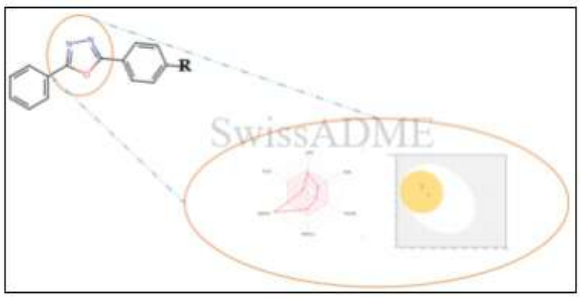
Anahtar kelimeler: 2,5-Disubstitue-1,3,4-Oxadiazole, ADME, SwissADME, Tıbbi Kimya



Abstract

Oxadiazoles, which are among azole derivatives, are defined as five-membered heteroaromatic rings containing two carbon, two nitrogen and one oxygen atom. These structures show various biological effects such as antimicrobial, antiinflammatory, antitumoral and antioxidant owing to the presence of their oxadiazole skeleton. The diversity of biological activities of oxadiazole-derived compounds leads them to occupy a significant place in medicinal chemistry and to become an important subject of research in drug development processes. In the drug development process, the ADME (absorption, distribution, metabolism, excretion) parameters, pharmacokinetic and pharmacodynamic properties of the candidate compound should be regulated in a balanced manner. In silico tools are available to evaluate ADME properties and drug similarity of candidate compounds, making the drug development process more efficient and cost-effective. The present study aims to evaluate the ADME profiles of 2,5-Disubstituted-1,3,4-Oxadiazole derivative compounds that have been previously synthesized and their antioxidant activities have been investigated by in vitro analysis. In this context, in silico ADME analysis was performed using SwissADME online tool. Within the scope of the analysis, pharmacokinetic properties such as gastrointestinal absorption, blood-brain barrier permeability, P glycoprotein and physicochemical properties were evaluated. The Lipinski filter was used as a basis for drug similarity. The data obtained showed that all three compounds complied with Lipinski rules, had high gastrointestinal absorption, crossed the blood-brain barrier and were not recognized by P-gp. When the bioavailability radars of the compounds were analyzed, only the saturation parameter was found to be outside the pink area. The results of the analysis support that the compounds meet the drug similarity criteria and may have potential oral bioavailability, indicating that the compounds may be potential candidates for further pharmacological studies.

Keywords: 2,5-Disubstituted-1,3,4-Oxadiazole, ADME, SwissADME, Medicinal Chemistry



ORAL CHANGES IN PATIENTS USING MARAS POWDE
MARAŞ OTU KULLANAN HASTALARDA ORAL DEĞİŞİKLİKLER

Emine ARARAT[1], M. Numan KÖSE

[1]Dr. Öğr. Üyesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Diş hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi, 0000-0002-2383-373X

[2]Dr. Öğr. Üyesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Diş hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi, 0000-0002-2487-1885

Özet

Maraş otu, dumansız tütün veya çılgın tütün olarak da bilinen, ülkemizde Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz bölgelerinde, özellikle Kahramanmaraş, Gaziantep ve çevre illerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Tütün yaprakları kurutulup toz haline getirildikten sonra, asma, meşe veya ceviz çubuklarından elde edilen küllerle 1/2 veya 1/3 oranında karıştırılarak, ağız yoluyla kullanılmadan önce hafifçe su ile nemlendirilmektedir. Kül formunun kullanılmasının nedeni, ortamı alkali hale getirmesi ve karışımın ağız mukozasından emilimini kolaylaştırmasıdır. Hazırlanan karışım doğrudan toz veya sigara kağıdına sarılarak genellikle alt dudak, bazen de üst dudak, yanak mukozası ve çene arasına yerleştirilmektedir. Genellikle ağızda 5-10 dakika, bazen de 1-2 saat bekletilip daha sonra tükürülmektedir. Bu işlem kişinin alışkanlık derecesine göre gün boyu tekrarlanabilmektedir. Maraş otunun diğer ismiyle dumansız tütünün kanserojen, teratojenik, mutajenik ve genotoksik etkilerinin yanı sıra psikolojik ve fizyolojik bağımlılık yarattığı da bildirilmiştir. Maraş otu kullanımı oral mukoza ve çevre dokularda birçok değişikliğe neden olmaktadır. Sıklıkla diş renginin değişmesi, oral mukoza lezyonları, diş eti hastalıkları ile karşılaşılmakta olup; skuamöz hücreli karsinom, eritroplaki ve lökoplaki gibi önemli lezyonlara da neden olabilmektedir. Her türlü tütün kullanımının premalign dönüşümü göz önünde bulundurulduğunda, Maraş otu kullanımının premalign dönüşüm olasılığı göz ardı edilmemelidir. Hastalara bu tür dumansız tütün çeşitlerinin kullanımının ileri ağız hastalıklarına neden olacağı konusunda gerekli bilgiler verilmeli ve bağımlılığı olan hastalarda medikal konsültasyon oldukça önemlidir.

Anahtar kelimeler: Maraş Otu, Dumansız Tütün, Ağız Mukozası.

Abstract

Maras powder, also known as smokeless tobacco or crazy tobacco, is widely used in the Southeastern Anatolia and Mediterranean regions of our country, especially in Kahramanmaras, Gaziantep and surrounding provinces. After the tobacco leaves are dried and powdered, they are mixed with ashes obtained from vine, oak or walnut sticks in a ratio of 1/2 or 1/3 and slightly moistened with water before being used orally. The reason for using the ash form is that it alkalizes the environment and facilitates the absorption of the mixture from the oral mucosa. The prepared mixture is directly wrapped in powder or cigarette paper and placed between the lower lip, sometimes the upper lip, cheek mucosa and chin. It is usually kept in the mouth for 5-10 minutes, sometimes 1-2 hours and then spat out. This process can be repeated throughout the day depending on the person's degree of habit. It has been reported that Maras powder, also known as smokeless tobacco, has carcinogenic, teratogenic, mutagenic and genotoxic effects

as well as psychological and physiological addiction. The use of Maras powder causes many changes in the oral mucosa and surrounding tissues. Frequently encountered are tooth discoloration, oral mucosal lesions, and gum diseases; and can also cause significant lesions such as squamous cell carcinoma, erythroplakia, and leukoplakia. Considering the premalignant transformation of all types of tobacco use, the possibility of premalignant transformation of Maras powder use should not be ignored. Patients should be informed that the use of such smokeless tobacco varieties will cause advanced oral diseases, and medical consultation is very important in patients with addiction.

Keywords: Maras Powder, Smokeless Tobacco, Oral Mucosa.

IDENTIFICATION OF COMMON OVEREXPRESSED GENES IN LUNG AND COLORECTAL ADENOCARCINOMAS USING TCGA DATA

TCGA VERİLERİ KULLANILARAK AKCİĞER VE KOLOREKTAL ADENOKARSİNOMLARDA ORTAK AŞIRI EKSPRESE EDİLEN GENLERİN BELİRLENMESİ

Sinem ÖZDEMİR[1], Işık ÇAKMAK[2],

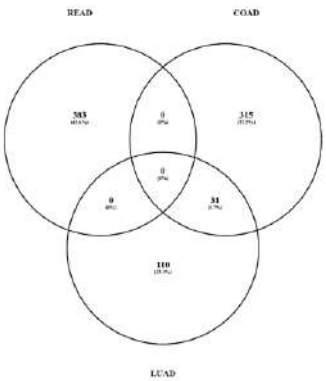
[1]Arş. Gör. Dr., Tıp Fakültesi, Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi Anabilim Dalı, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Turkey, Biyoenformatik, 0000-0002-6332-0891

[2]Dr, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi, Biyoenformatik, 0000-0003-4758-4077

Özet

Adenokarsinomlar, sindirim sıvıları ve mukus salgılayan glandüler hücrelerden köken alan kötü huylu tümörlerdir. Akciğer adenokarsinomu (LUAD), akciğer kanserleri arasında en yaygın alt tip iken kolorektal adenokarsinom (COAD/READ), dünya genelinde en sık görülen üçüncü kanser türünü oluşturur. Bu çalışmada, The Cancer Genome Atlas (TCGA) veri tabanından LUAD, COAD ve READ RNA-Seq verileri elde edilerek tümör ve normal doku örnekleri arasında diferansiyel gen ekspresyon analizi gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel anlamlılık ve kat değişimi (fold change) eşiği kriterlerine göre yapılan değerlendirmede, LUAD ve COAD örneklerinde ortak olarak 31 genin anlamlı biçimde aşırı eksprese olduğu saptanmıştır. Bu genlerin aşırı ekspresyonu, tümör hücrelerinin hayatta kalmasını kolaylaştırabilir ve tedaviye karşı direnç gelişimine katkı sağlayabilir. Farklı organlardan kaynaklanan adenokarsinomlarda ortak regülasyon bozukluğu gösteren genlerin varlığı, bu genlerin tümör gelişimi ve ilerlemesinde merkezi roller üstlenebileceğini işaret etmektedir. Dolayısıyla, belirlenen 31 gen, tanı ve prognoz için potansiyel biyobelirteçler ile çoklu adenokarsinom tiplerinde terapötik hedef adayları olarak daha ayrıntılı incelenmelidir.

Anahtar kelimeler: Gen Ekspresyonu, TCGA-COAD, TCGA-READ, TCGA-LUAD

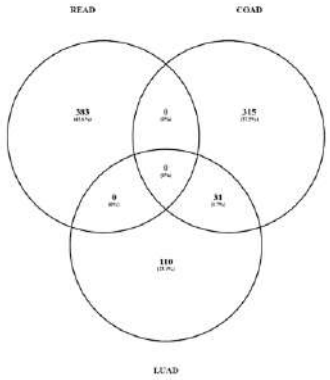


Oliveros, J.C. (2007-2015) Venny. An interactive tool for comparing lists with Venn's diagrams. https://bioinfogp.cnb.csic.es/tools/venny/index.html

Abstract

Adenocarcinomas are malignant tumors arising from glandular epithelial cells that secrete digestive fluids and mucus. Lung adenocarcinoma (LUAD) is the most prevalent subtype of lung cancer, while colorectal adenocarcinoma (COAD/READ) ranks as the third most common cancer worldwide, affecting the distal gastrointestinal tract. In this study, we retrieved LUAD, COAD and READ RNA-Seq data from The Cancer Genome Atlas (TCGA) and performed differential expression analysis to compare tumor and matched normal samples. Using standard thresholds for statistical significance and fold change, we identified 31 genes that are significantly overexpressed in both LUAD and COAD. Overexpression of these genes may facilitate tumor cell survival and contribute to resistance against conventional therapies. The discovery of genes dysregulated across different organ sites underscores their potential central role in adenocarcinoma development and progression. Consequently, these 31 common overexpressed genes warrant further investigation as candidate biomarkers for diagnosis and prognosis, as well as potential targets for therapeutic intervention across multiple adenocarcinoma types.

Keywords: Gene Expression, TCGA-COAD, TCGA-READ, TCGA-LUAD



Oliveros, J.C. (2007-2015) Venny. An interactive tool for comparing lists with Venn's diagrams. https://bioinfogp.cnb.csic.es/tools/venny/index.html

RELATIONSHIP BETWEEN PRACTICE ENVIRONMENT, VUCA PERCEPTION AND PSYCHOLOGICAL RESILIENCE OF NURSE MANAGERS

HEMŞİRE YÖNETİCİLERİN ÇALIŞMA ORTAMI, VUCA ALGISI VE PSİKOLOJİK DAYANIKLILIĞI ARASINDAKİ İLİŞKİ

Duygu GÜL[1], Betül SÖNMEZ[2], Satı BİRBUDAK[3], Aytolan YILDIRIM[4]

[1]Arş. Gör. Dr., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, 0000-0003-1447-9721

[2]Doç. Dr., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Florence Nightingale Hemşirelik Fakültesi, Hemşirelikte Yönetim Anabilim Dalı, 0000-0002-6091-4993

[3]Dr., Dr.Siyami Ersek Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Eğitim Araştırma Hastanesi, 0000-0002-4187-0833

[4]Prof. Dr., İstanbul Atlas Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, 0000-0002-0475-6695

Özet

Değişken, belirsiz, karmaşık ve muğlak (VUCA) ortamlar hemşire yöneticilerin sıklıkla karşılaştığı çalışma ortamlarıdır. Bu ortamlarda hemşirelerin psikolojik dayanıklılığını iyileştirmek hemşirelik hizmetlerinin etkili bir şekilde sürdürülebilirliği için önemlidir. Bu çalışma, hemşire yöneticilerin çalışma ortamı özellikleri, VUCA algısı ve psikolojik dayanıklılığı arasındaki ilişkiyi ve bu ilişkide VUCA algısının aracı rolünü belirlemek amacıyla tanımlayıcı ve ilişki arayıcı tasarımda gerçekleştirildi. Araştırmanın örneklemini kartopu örnekleme yöntemi ile çevrimiçi ortamda ulaşılan Türkiye'nin yedi bölgesinden toplam 388 hemşire yönetici oluşturdu. Veriler, Hemşire Yönetici Bilgi Formu, Yönetici Hemşire Çalışma Ortamı Ölçeği, VUCA Ölçeği ve Kısa Psikolojik Sağlamlık Ölçeği ile toplandı. Verilerin analizinde tanımlayıcı istatistiksel testler ve Pearson korelasyon analizi kullanıldı. Aracılık analizi ve ölçekler arası etkilerin incelenmesinde ise regresyon analizi kullanıldı. Değişkenler arasındaki doğrudan ve dolaylı etkiler Hayes PROCESS Macro Model 4 ile analiz edildi. Ölçeklere yönelik puan ortalamaları incelendiğinde; hemşire yönetici çalışma ortamı 4,73 (SD 0,70), VUCA algısı 3,16 (SD 0,77) ve psikolojik dayanıklılık 3,44 (SD 0,73) bulundu. Hemşire çalışma ortamı ile VUCA algısı arasında negatif yönde zayıf korelasyon (r=-0,114) bulunurken psikolojik dayanıklılık arasında pozitif yönde zayıf korelasyon (r=0,217) bulundu. Bununla birlikte VUCA toplam puan ortalaması ile psikolojik dayanıklılık arasında negatif yönde orta düzeyde anlamlı bir korelasyon saptandı (r=-0.412, p<0.001). Hemşire yönetici çalışma ortamı toplam puan ortalamasının VUCA toplam puan ortalaması (β_0=-0,126, p=0,025) üzerindeki doğrudan etkisi negatif yönde anlamlı bulunurken psikolojik dayanıklılık toplam puan ortalaması üzerindeki doğrudan etkisi pozitif yönde anlamlıydı (β_0=0,180, CI: 0,086-0,275, p<0,001). Diğer yandan, VUCA toplam puan ortalamasının psikolojik dayanıklılık toplam puan ortalaması üzerindeki doğrudan etkisi negatif yönde anlamlıydı (β_0=-0,370, p=0,000). Son olarak, hemşire yönetici çalışma ortamı toplam puan ortalamasının psikolojik dayanıklılık toplam puan ortalaması üzerinde, VUCA toplam puan ortalamasının dolaylı etkisi de anlamlı

bulunarak (β_0=0,047, CI:0,002-0,094) hemşire yönetici çalışma ortamı ile psikolojik dayanıklılık ilişkisinde VUCA algısının kısmi aracılık etkisi doğrulandı. Çalışma bulguları, hemşire yöneticilerin psikolojik dayanıklılığını iyileştirmek için çalışma ortamlarının düzenlenmesini ve değişken, belirsiz, karmaşık ve muğlak ortamlara uyum sağlanması için desteklenmesi gerektiğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Çalışma ortamı, hemşire yönetici, psikolojik dayanıklılık, VUCA algısı

Abstract

Volatile, uncertain, complex and ambiguous (VUCA) environments are the practice environments that nurse managers frequently encounter. Improving nurses' psychological resilience in these environments is important for the effective sustainability of nursing services. This study was carried out in a descriptive and correlatioanal design to determine the relationship between nurse managers' practice environment characteristics, VUCA perception and psychological resilience, and the mediating role of VUCA perception in this relationship. The sample of the study consisted of a total of 388 nurse managers from seven regions of Turkey, who were reached online using the snowball sampling method. Data were collected using the Nurse Manager Information Form, Nurse Manager Practice Environment Scale, VUCA Scale, and Brief Psychological Resilience Scale. Descriptive statistical tests and Pearson correlation analysis were used in data analysis. Regression analysis was used to examine the mediation analysis and effects between scales. Direct and indirect effects between variables were analyzed using Hayes PROCESS Macro Model 4. When the mean scores for the scales were examined; nurse manager practice environment was found to be 4.73 (SD 0.70), VUCA perception was found to be 3.16 (SD 0.77) and psychological resilience was found to be 3.44 (SD 0.73). While there was a weak negative correlation (r=-0.114) between nurse practice environment and VUCA perception, there was a weak positive correlation (r=0.217) between psychological resilience. However, a moderately significant negative correlation was found between the VUCA total score average and psychological resilience (r=-0.412, p<0.001). The direct effect of nurse manager practice environment total score average on VUCA total score average (β0=-0.126, p=0.025) was found to be negatively significant, while its direct effect on psychological resilience total score average was positively significant (β0=0.180, CI: 0.086-0.275, p<0.001). On the other hand, the direct effect of the VUCA total score average on the total score average of psychological resilience was negatively significant (β0=-0.370, p=0.000). Finally, the indirect effect of the VUCA total score average of the nurse manager practice environment on the total score average of psychological resilience was also found to be significant (β0=0.047, CI:0.002-0.094), confirming the partial mediation effect of VUCA perception in the relationship between the nurse manager work environment and psychological resilience. This study shows that in order to improve the psychological resilience of nurse managers, practice environments should be organized and supported to adapt to volatile, uncertain, complex and ambiguous environments.

Keywords: Practice environment, nurse manager, psychological resilience, VUCA perception

INVESTIGATION AND SIGNIFICANCE OF CHANGES IN PM10 AND SOx PARAMETERS AFTER THE EARTHQUAKE

DEPREM SONRASINDA PM10 VE SOx PARAMETRELERİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİMLERİN İNCELENMESİ VE ÖNEMİ

Sefa KOCABAŞ[1], Serkan ÖREN[2]

[1]Dr. Öğretim Üyesi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, https://orcid.org/0000-0002-8003-8310

[2]Öğretim Görevlisi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Devrek Meslek Yüksek Okulu, Çevre Koruma Teknolojisi Bölümü, https://orcid.org/0000-0001-7699-517X

Özet

Hava kirliliği, sağlık ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle önemli ekonomik sonuçlardan da sorumludur. Bu nedenle, hava kalitesinin izlemesi ve yönetimi, sağlıklı ve sürdürülebilir bir gelecek inşa etmenin önemli bir parçasıdır. Havadaki en önemli kirleticilere kükürt oksitler (SOx), partikül madde (PM), azot oksitler (NOx), karbon monoksit (CO), ozon (O_3) ve hidrokarbonlar örnek verilebilir. Bu kirleticilerin miktarı, fosil yakıtların kullanımı, plansız sanayi ve endüstrileşme, volkanik hareketler ve deprem fırtına gibi doğal felaketler yüzünden artabilmektedir. Fosil yakıt kaynaklı PM kirliliğinin dünya genelinde 8 milyona yakın erken ölüme yol açtığı belirtiliyor. Türkiye'de 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş ve Hatay merkezli iki büyük deprem yaşanmıştır. Bu deprem oldukça yıkıcı olmuş ve bu yıkıma bağlı bina ve yapıların enkazlarının kaldırılması çalışmaları sırasında hava kirleticileri artmıştır. Bu çalışmada, depremden etkilenen bölgelerdeki dış ortam havasındaki PM10 ve SO_2 parametrelerindeki değişiklikler incelenmiştir. Veriler, Kahramanmaraş için Elbistan ilçesi ve Onikişubat ilçesindeki hava kalitesi izleme istasyonundan, Hatay için ise İskenderun ilçesindeki hava kalitesi izleme istasyonundan alınmıştır. Çalışmada kullanılan veriler Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının Ulusal Hava Kalite İzleme Ağından alınmıştır. Onikişubat ilçesinde, 1 Ocak – 6 Şubat arası ortalama PM10 konsantrasyonu 73,28 µg/m3 ±46,08 olarak bulunmuştur. Ülkemizdeki sınır değerler açısından 38 günlük zaman dilimi için 23 günlük veri alınabilmiş ve bunun 13 gününün yasal sınır değerlerini aştığı belirlenmiştir. AB üye ülkeleri sınır değerleri ile karşılaştırıldığında ise 17 gününün sınır değerleri aştığı görülmüştür. SOx verilerinin tüm istasyonlarda yasal sınır değerlerinde kaldığı görülmüştür. PM10 konsantrasyonundaki artış, enkaz kaldırma çalışmalarında kullanılan iş makinesi ve fosil yakıt kullanan araç sayısının artması olarak düşünülmektedir. Sonuç olarak, doğal afet sonrası hava kirleticilerinin izlenmesi ile elde edilen verilerin temiz hava standartları ve geçmiş verilerle karşılaştırılmalı, sağlık ve çevresel etkileri değerlendirilmelidir.

Anahtar kelimeler: PM10, SOx, Deprem, Hava kirliliği

Abstract

Air pollution is also responsible for significant economic consequences due to its negative impacts on health and the environment. Therefore, monitoring and management of air quality is an essential part of building a healthy and sustainable future. The most important pollutants in the air include sulphur oxides (SOx), particulate matter (PM), nitrogen oxides (NOx), carbon

monoxide (CO), ozone (O3) and hydrocarbons. The amount of these pollutants can increase due to the use of fossil fuels, unplanned industry and industrialization, volcanic activity and natural disasters such as earthquakes and storms. Fossil fuel-induced PM pollution has caused nearly 8 million premature deaths worldwide. Turkey experienced two major earthquakes centered in Kahramanmaraş and Hatay on February 6, 2023. This earthquake was very destructive and air pollutants increased during the removal of the destroyed buildings and structures. In this study, the changes in PM10 and SO2 parameters in outdoor air in the earthquake-affected areas were investigated. The data were taken from the air quality monitoring station in Elbistan and Onikişubat districts for Kahramanmaraş and from the air quality monitoring station in İskenderun district for Hatay. The data used in the study were obtained from the National Air Quality Monitoring Network of the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change. In Onikişubat district, the average PM10 concentration between January 1 and February 6 was 73.28 µg/m3 ±46.08. In terms of the limit values in our country, 23 days of data could be obtained for a 38-day period and it was determined that 13 of these days exceeded the legal limit values. When compared with the limit values of EU member states, it was observed that 17 days exceeded the limit values. It was observed that SOx data remained within the legal limit values at all stations. The increase in PM10 concentration is thought to be due to the increase in the number of construction equipment used in debris removal and vehicles using fossil fuels. In conclusion, the data obtained by monitoring air pollutants after natural disasters should be compared with clean air standards and past data, and health and environmental impacts should be evaluated.

Keywords: PM10, SOx, Earthquake, Air pollution

INVESTIGATION OF INDUSTRIAL SYMBIOSIS OPPORTUNITIES IN AKSARAY ORGANIZED INDUSTRIAL ZONE

AKSARAY ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİNDEKİ ENDÜSTRİYEL SİMBİYOZ OLANAKLARININ İNCELENMESİ

Onurcan KABAN[1], Prof. Dr. Melayib BİLGİN[2]

[1] Onurcan KABAN, 0009-0004-2870-8809

[2] Prof.Dr. Melayib BİLGİN, Aksaray Üniversitesi, 0000-0003-1086-5019

Özet

Günümüzde çevresel farkındalığın artmasıyla birlikte, atıkların doğa, insan ve doğal kaynaklar üzerindeki etkileri daha da önemli bir hale gelmiştir. Bu farkındalık, doğal kaynakların korunması ve israfın önlenebilmesi adına yenilikçi yaklaşımların ortaya çıkmasını sağlamıştır. Endüstriyel simbiyoz, bu yaklaşımlar arasında çevreci bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Bu yöntem, bir işletmeden çıkan atıkların başka bir işletmenin hammaddesi olarak değerlendirilmesine imkân tanımakta ve kaynakları daha verimli kullanmanın yanı sıra çevresel kirliliği de en aza indirgemeyi amaçlamaktadır. Endüstriyel simbiyoz ekonomik kazançların yanı sıra sürdürülebilir bir gelecek için iş birliğine de teşvik etmektedir.

Aksaray ili, Türkiye'nin hızlı gelişen sanayi bölgelerinden biri olup, özellikle 6 Şubat'ta yaşanan deprem felaketinden sonra; Bölgesel Teşvik Kanunu kapsamında öncelikli yatırım bölgesi içerisinde yer alması, lojistik olanakları ve coğrafi konumu birlikte orta ve büyük ölçekli sanayi yatırımcılarının gözdesi haline gelmiştir. Büyümekte olan bu sanayi şehrinde, bu çalışma aracılığıyla Aksaray ilindeki endüstriyel faaliyetler incelenerek, Aksaray Organize Sanayi Bölgesi içerisinde yer alan belirli firmaların ürettikleri atıkların tür ve miktarlarına miktarına dair veriler toplanmıştır. Toplanan bu veriler, Türkiye ve Uluslararası düzeyde başarılı olan endüstriyel simbiyoz örnekleri aracılığıyla analiz edilmiş, yapılan bu analizlerin sonucunda, Aksaray ili için örnek bir endüstriyel simbiyoz ağı örneği tasarlanarak, firmalar arası iş birliği potansiyelleri tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışma doğrultusunda, çevresel zararları azaltan ve katma değer oluşturan sürdürülebilir geri dönüşüm modelleri geliştirilmiştir. Bu modeller ile birlikte, yeni iş kolları ortaya çıkması sağlanmakta ve istihdama katkıda bulunulması hedeflenmesinin yanı sıra Aksaray ilindeki bölgesel kalkınmaya katkı sağlamak amacıyla çevresel sorunlara çözüm üretmek ve endüstriyel simbiyozun önemini vurgulamaktadır.

Anahtar kelimeler: Endüstriyel Simbiyoz, Aksaray Organize Sanayi Bölgesi, Sürdürülebilirlik, Çevre Kirliliği

Abstract

Today, with the increase in environmental awareness, the effects of waste on nature, people and natural resources have become more important. This awareness has led to the emergence of innovative approaches to protect natural resources and prevent waste. Industrial symbiosis stands out as an environmentalist method among these approaches. This method allows waste from one enterprise to be used as raw material for another enterprise and aims to minimize

environmental pollution as well as using resources more efficiently. Industrial symbiosis encourages cooperation for a sustainable future as well as economic gains.

Aksaray province is one of the fast-growing industrial regions of Turkey, and especially after the earthquake disaster on February 6, it has become a favorite of medium and large-scale industrial investors due to its location in the priority investment zone within the scope of the Regional Incentive Law, logistics opportunities and geographical location. In this growing industrial city, industrial activities in Aksaray province have been examined through this study and data on the types and quantities of wastes produced by certain companies located in Aksaray Organized Industrial Zone have been collected. These collected data have been analyzed through successful industrial symbiosis examples in Turkey and internationally, and as a result of these analyses, a sample industrial symbiosis network example has been designed for Aksaray province and the cooperation potentials between companies have been identified. In line with this study, sustainable recycling models that reduce environmental damage and create added value have been developed. With these models, new business lines are created and it is aimed to contribute to employment, as well as to contribute to regional development in Aksaray province, to produce solutions to environmental problems and to emphasize the importance of industrial symbiosis.

Keywords: Industrial Symbiosis, Aksaray Organized Industrial Zone, Sustainability, Environmental Pollution

A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF STUDIES ON THE DEEP SOIL MIXING (DSM) METHOD BETWEEN 2020 AND 2025

2020–2025 YILLARI ARASINDA DEEP SOİL MİXİNG (DSM) YÖNTEMİ ÜZERİNE YAPILMIŞ ÇALIŞMALARIN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ

Mehmet Uğur YILMAZOĞLU[1]

[1]Asst. Prof. Dr., Kastamonu University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Civil Engineering, ORCID: 0000-0003-3574-1768

Özet

Bu çalışma, 2020–2025 yılları arasında Deep Soil Mixing (DSM) yöntemi üzerine yayımlanmış bilimsel literatürün bibliyometrik yöntemle analiz edilmesini amaçlamaktadır. DSM, zayıf mühendislik zeminlerinin taşıma gücünü ve stabilitesini artırmak amacıyla yerinde uygulanan, çimento veya kireç esaslı bağlayıcıların zeminle karıştırılması yoluyla gerçekleştirilen önemli bir zemin iyileştirme tekniğidir. Son yıllarda hem uygulama alanlarının genişlemesi hem de çevresel sürdürülebilirliğe katkısı nedeniyle akademik araştırmalarda dikkat çeken bir yöntem haline gelmiştir. Ancak literatürde, bu alandaki yayınların sistematik ve görsel olarak incelendiği kapsamlı bir analiz bulunmamaktadır. Bu kapsamda, Web of Science (WOS) veri tabanında "DSM", "Deep Soil Mixing" ve "Deep Mixing" anahtar kelimeleriyle yapılan tarama sonucunda ulaşılan 3.632 makale, VOSviewer yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz kapsamında, ülke, kurum ve yazarlar özelinde hem yayın hem de atıf sayıları değerlendirilmiş, aynı zamanda iş birliklerini ve bilimsel etkileşimleri gösteren ağ haritaları oluşturulmuştur. Elde edilen bulgular, DSM alanında Çin'in hem en fazla yayın yapan hem de en çok atıf alan ülke olduğunu ortaya koyarken, yayın başına düşen atıf oranı açısından İngiltere, Danimarka, Belçika gibi ülkelerin daha yüksek etki düzeyine sahip olduğu belirlenmiştir. Kurumsal düzeyde ise, bazı üniversitelerin yayın hacmi yüksek olmasına rağmen atıf başına etkinliğinin sınırlı kaldığı; buna karşılık daha az sayıda fakat nitelikli yayınlar üreten kurumların öne çıktığı tespit edilmiştir. Çalışmanın bulguları, DSM araştırmalarının sayısal olarak artmakta olduğunu ancak her yayının aynı ölçüde etki yaratmadığını göstermektedir. Bu durum, akademik üretkenliğin yalnızca miktarla değil, atıf potansiyeli ve bilimsel görünürlükle de değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Çalışma, DSM alanındaki tematik yoğunlaşmaların, bölgesel araştırma kümelenmelerinin ve iş birliği dinamiklerinin belirlenmesi açısından önemli bir kaynak niteliğindedir. Gelecekte, konuya ilişkin yapılacak tematik içerik analizleri ve çoklu veri tabanı karşılaştırmaları ile DSM literatürüne yönelik daha derinlemesine çıkarımlar yapılması mümkündür.

Anahtar kelimeler: Deep Soil Mixing, bibliyometrik analiz, atıf ağı, yayın performansı, VOSviewer

Abstract

This study aims to conduct a comprehensive bibliometric analysis of the scientific literature on the Deep Soil Mixing (DSM) method published between 2020 and 2025. DSM is a widely used ground improvement technique in which cement- or lime-based binders are mechanically mixed with weak or soft soils to improve their strength and stability. Due to its effectiveness in

challenging geotechnical conditions and environmental compatibility, the method has gained considerable attention in engineering applications and academic research. Despite this growing interest, the literature lacks a structured and visual bibliometric evaluation of DSM-related publications. To address this gap, a total of 3,632 articles retrieved from the Web of Science (WOS) database using the keywords “DSM,” “Deep Soil Mixing,” and “Deep Mixing” were analyzed using VOSviewer software. The analysis included publication and citation counts across countries, institutions, and authors and the construction of network maps to visualize patterns of scientific collaboration and citation relationships. The results reveal that China ranks first both in terms of total publications and total citations. However, when average citations per publication are considered, countries such as the United Kingdom, Denmark, and Belgium exhibit significantly higher impact ratios, indicating that fewer but more influential papers are produced. On the institutional level, some universities with a high volume of publications show relatively low citation performance, while others with fewer but more impactful publications stand out. The findings suggest that while DSM research output has increased quantitatively, this growth does not always correspond with scientific influence. Therefore, evaluating academic productivity based solely on publication counts may lead to incomplete conclusions. Instead, citation performance and research visibility should also be taken into account. This study contributes a detailed overview of the global research landscape in DSM and provides valuable insights into dominant research clusters, international cooperation patterns, and future strategic directions. It also lays the groundwork for deeper thematic analyses and multi-database comparisons in upcoming studies.

Keywords: Deep Soil Mixing, bibliometric analysis, citation network, publication performance, VOSviewer

1.INTRODUCTION

Ground improvement techniques are fundamental in ensuring structural safety and enhancing engineering performance (Hermann et al., 2023; Afrin et al., 2017; Sitharam et al., 2012). Today, due to rapid urbanization and the expansion of infrastructure investments, engineering projects are frequently carried out on soils with low bearing capacity, high compressibility, or elevated groundwater content (Nehab et al., 2024; Thirmanpalli et al., 2024; Rosli et al., 2020; Yunus, 2018). In such soil conditions, conventional foundation systems often prove inadequate, leading to economic and structural risks (Rosli et al., 2020; Nehab et al., 2014; Raju et al., 2012). Consequently, the demand for ground improvement techniques is steadily increasing, and their applicability, efficiency, and environmental implications are becoming prominent subjects of scientific investigation (Jit et al., 2021; Nehab et al., 2014; Verma et al., 2021; Mitchell & Kelly, 2013; Raju et al., 2012).

In this context, the Deep Soil Mixing (DSM) method has emerged as a widely favored technique among researchers and practicing engineers in recent years. DSM is a ground improvement technology that involves the in-situ mechanical mixing of soils with binder materials—typically cement- or lime-based—to create a homogenous composite matrix (Çanakçı et al., 2019; Koutsoftas, 2012). The resulting soil-cement columns significantly enhance the bearing capacity, reduce settlement, and improve the overall stability of the ground (Mostafaie et al., 2021; Lu et al., 2018; Gunarti & Raharja, 2020). Furthermore, DSM is a relatively quiet and low-vibration method, making it particularly suitable for use in urban areas and offering advantages in terms of environmental sustainability (Çanakçı et al., 2019; Afrin, 2017).

Initially developed in the 1970s in Japan and Scandinavian countries, DSM has proven effective in improving weak soils such as soft clays, peats, and organic layers (Sitharam et al., 2021; Bitir

& Muşat, 2014). As the method has become increasingly widespread globally—with expanded applications and innovations in binder compositions—academic research on DSM has also gained significant momentum (Denies & Huybrechts, 2015; Egorova et al., 2017). Its interdisciplinary relevance, drawing attention from geotechnical engineering, environmental engineering, and materials science, has further contributed to the method's scholarly prominence (Shen et al., 2017).

Despite this rapid development, a comprehensive evaluation of research trends, knowledge clusters, and collaborative networks within the DSM literature remains lacking (Kitazume, 2021; Rashid et al., 2017). Identifying which countries, institutions, and researchers are most active in the field, which topics are most frequently studied, and the level of international cooperation are key questions requiring systematic analysis (Sim et al., 2024). Understanding recent publication trends and areas of research concentration in DSM is vital for the academic community and for industry stakeholders making strategic decisions (Sim et al., 2024). Although numerous studies on DSM exist, no bibliometric analysis has been conducted to reveal current research trends, collaboration potentials, and institutional or authorial focal points within this domain.

Bibliometric analysis offers a powerful approach to quantitatively and visually evaluate a topic's scientific literature (Passas, 2024; Xu et al., 2024; Xin et al., 2022). It assesses publication productivity, research impact, visibility, and collaboration intensity (Lazarides et al., 2023). Moreover, bibliometric tools are instrumental in tracking temporal trends, identifying research leaders, and detecting gaps in the literature (Kumar, 2025).

Accordingly, this study aims to measure the volume of DSM-related literature and analyze its structural properties to identify research directions, thematic concentrations, global collaboration networks, and opportunities for future academic partnerships. The analysis offers insights into the evolution of DSM research and guides scholars seeking to explore or expand their contributions within this field.

2.METHODOLOGY

This study aims to conduct a bibliometric analysis of the scientific literature on the Deep Soil Mixing (DSM) method published in the last five years. Data collection was carried out through a comprehensive search in the Web of Science (WOS) database on April 11, 2025. During the search process, only the keywords "DSM," "Deep Soil Mixing," and "Deep Mixing" were used, and the search was applied to titles, abstracts, keywords, and other relevant fields. The literature was limited to publications written in English, published between 2020 and 2025, and classified as articles.

Additionally, to refine the disciplinary focus and ensure technical relevance, publications were filtered according to the following WOS categories: "Engineering Civil," "Construction Building Technology," and "Geosciences." As a result of these filtering criteria, a total of 3,632 articles were included in the scope of the analysis. For the analysis of the collected data, the widely used bibliometric software VOSviewer (version 1.6.20.0) was employed. VOSviewer is highly effective in processing and visualizing large-scale bibliometric datasets (Lazarides et al., 2023; Kumar, 2025). The analyses conducted with VOSviewer were structured under various dimensions, including number of publications, citation counts, author productivity, institutional and national interactions, co-authorship networks, inter-institutional collaborations, international publication cooperation, keyword co-occurrence clusters, and bibliographic network visualizations. To ensure the reliability and statistical robustness of the results, certain

threshold values were defined. For country-based analyses, a minimum of 5 publications and 5 citations was required. Among 127 countries, 70 met these criteria and were included in the analysis. Entries listed as both "Turkey" and "Türkiye" were merged and analyzed solely under the name "Türkiye." For institution-based analysis, the threshold was set at 10 publications and 10 citations, which resulted in the inclusion of 183 institutions out of a total of 3,997. For author-based analysis, researchers with at least 10 publications and 10 citations were selected, leading to the inclusion of 189 authors out of 11,624.

Throughout the analysis, various types of visualizations were generated using VOSviewer. These include indicators such as "Citation by Country," "Co-authorship by Country," "Citation by Organisation," "Documents by Organisation," and "Citation by Authors." This comprehensive methodological framework enabled the detailed analysis of the DSM literature in terms of both quantitative metrics and structural characteristics, and helped illustrate existing research networks and thematic trends in the field.

3.FINDINGS

This section presents the findings obtained from the bibliometric analysis of scientific publications related to the Deep Soil Mixing (DSM) method. The analyses were visualized using VOSviewer software and categorized under two main headings: citation analyses and publication analyses; each further subdivided into evaluations based on countries, institutions, and authors.

3.1. Citation Analyses

3.1.1. Citations by Country

When evaluating the total number of citations received by countries in the DSM literature, China emerges as the clear leader by a significant margin. Graphical analysis indicates that China, the United States, the United Kingdom, Germany, and Australia stand out in terms of both publication volume and citation impact.

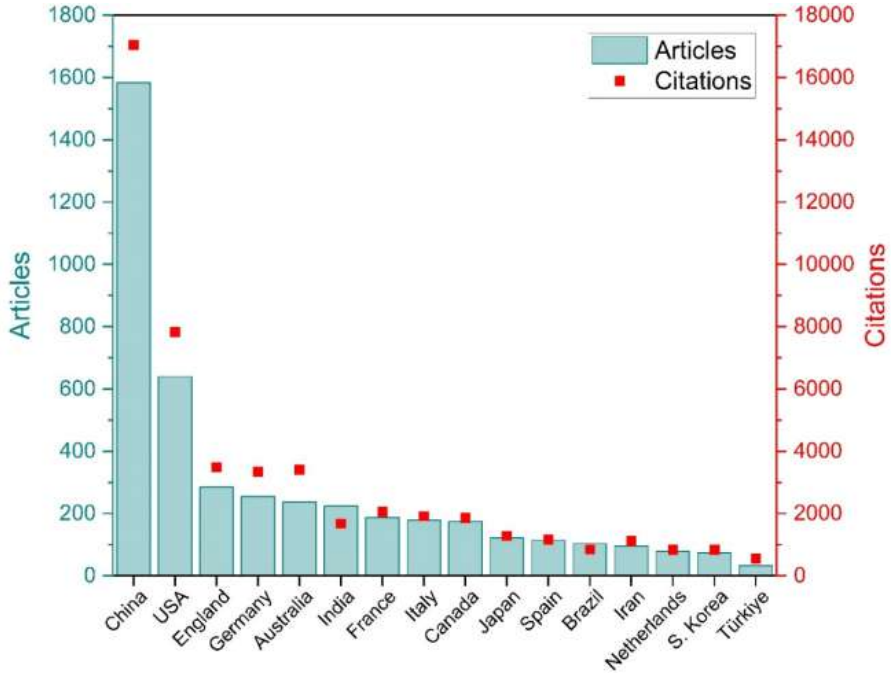


Figure 1. Number of publications and total citations by country

As shown in the network map (see Figure 2), the People's Republic of China is positioned at the center of the literature and maintains strong collaborative ties with numerous countries. The United States, Germany, the United Kingdom, and France stand out due to their high link strength and active participation in international co-authorship networks. Turkey, although to a more limited extent, is part of an active collaboration network involving several European and Asian countries.

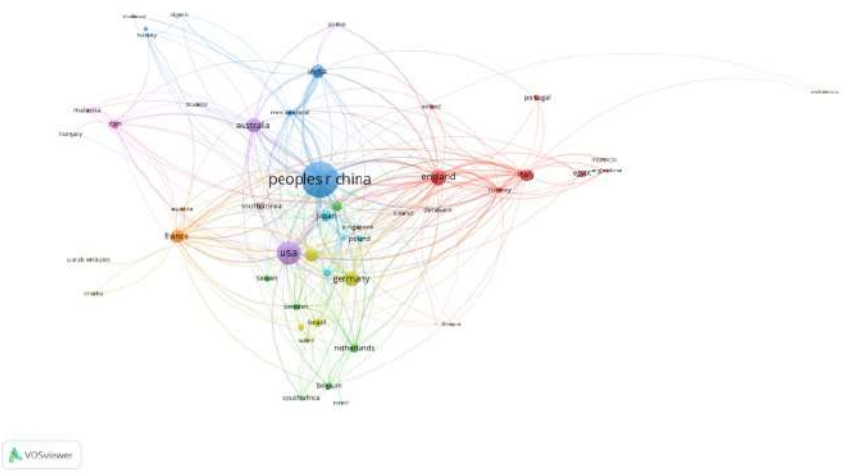


Figure 2. Network map of inter-country citation linkages

3.1.2. Citations by Institution

At the institutional level, the analysis revealed that the Chinese Academy of Sciences received the highest number of citations. It is followed by the China University of Geosciences, the University of Chinese Academy of Sciences, and the China University of Mining and Technology. At the institutional level, the analysis revealed that the Chinese Academy of Sciences received the highest number of citations. It is followed by the China University of Geosciences, the University of Chinese Academy of Sciences, and the China University of Mining and Technology.

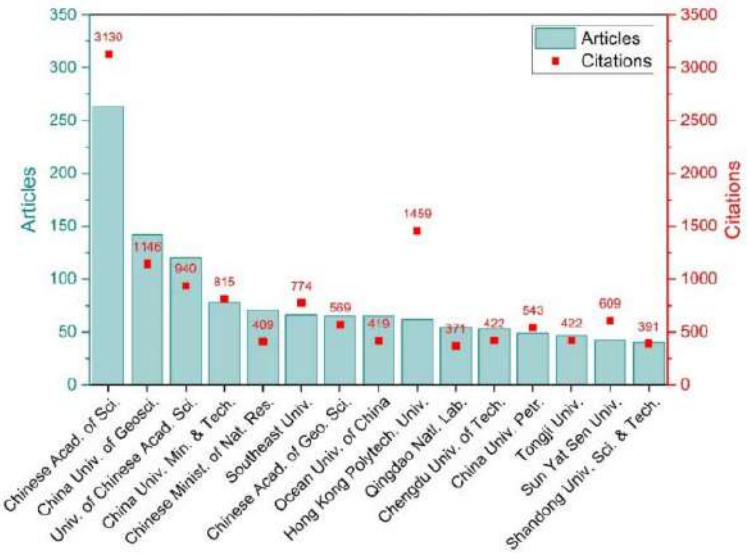


Figure 3. Number of publications and total citations by institution

The network map presented in Figure 4 supports this finding, showing that the Chinese Academy of Sciences occupies a central position in the literature regarding institutional collaboration. It maintains dense connections with numerous other Chinese universities and demonstrates strong interactions with universities in the United States, Europe, and Australia.

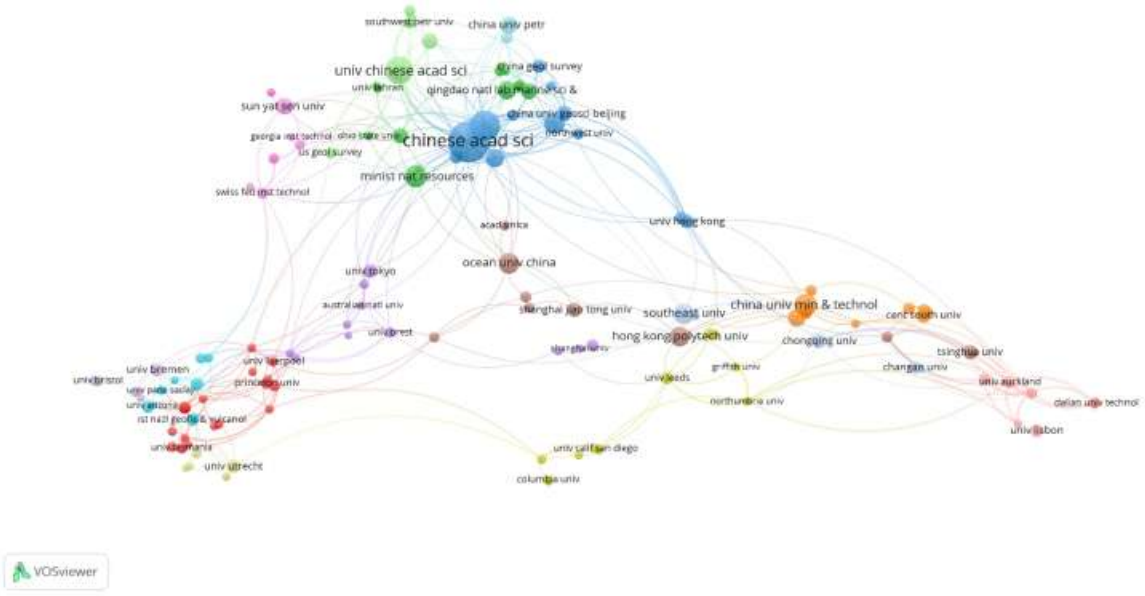


Figure 4. Citation-based institutional collaboration network

3.1.3. Citations by Author

At the author level, the analysis indicates that researchers such as Zhang Y., Wang Y., Liu Y., Chen Z., and Lim J.B.P. have made significant contributions to the DSM literature, standing out in terms of both publication volume and citation count.

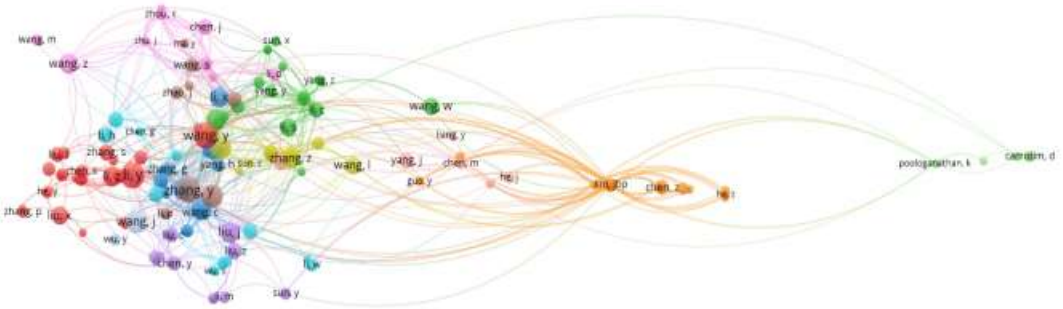


Figure 5. Network map of author-level citation linkages

This map illustrates that some authors are engaged in individual research and collaborative work within specific research groups. Notably, clusters of Chinese researchers are particularly dense, while scholars from the United Kingdom, Australia, and Singapore contribute significantly to the collaborative structure.

3.2. Article Analysis

3.2.1. Publications by Country

Figure 6 presents the network map based on the number of publications produced by countries. According to this map, China ranks first in terms of publication output on DSM, followed by

the United States, the United Kingdom, Germany, Australia, and India. Turkey appears on the list with 33 publications, although it ranks lower in terms of total citation count.

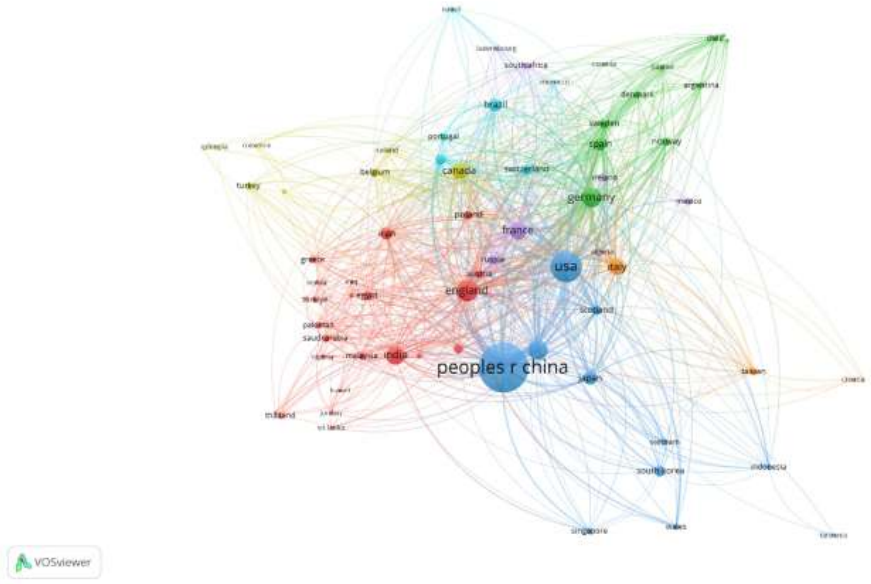


Figure 6. Network map based on publication output by country

3.2.2. Publications by Institution

Figure 7 displays the network map based on the number of institution publications. According to the map, the Chinese Academy of Sciences ranks first in institutional publication productivity. In addition, several other China-based universities—such as the China University of Geosciences, the China University of Mining and Technology, and Southeast University—also appear among the top contributors. These findings indicate that DSM-related literature production is predominantly concentrated in Chinese academic institutions.

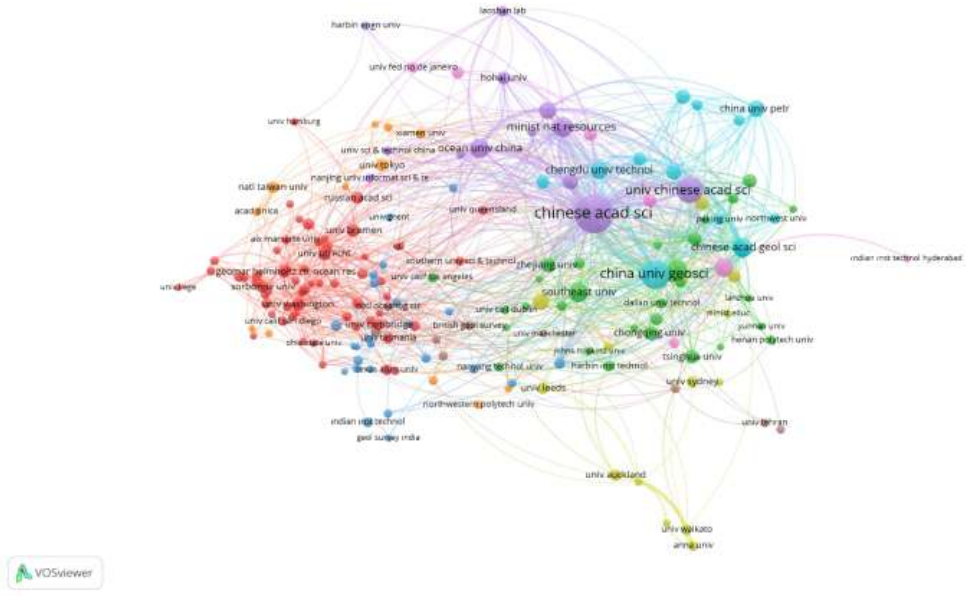


Figure 7. Network map based on institutional publication output

3.2.3. Publications by Author

In terms of the number of publications, Chinese scholars once again dominate the rankings (see Figure 8). Researchers such as Zhang Y., Wang Y., Liu Y., Li J., and Chen Z. stand out for their high publication productivity, and their considerable citation counts further reflect their strong influence within the DSM literature.

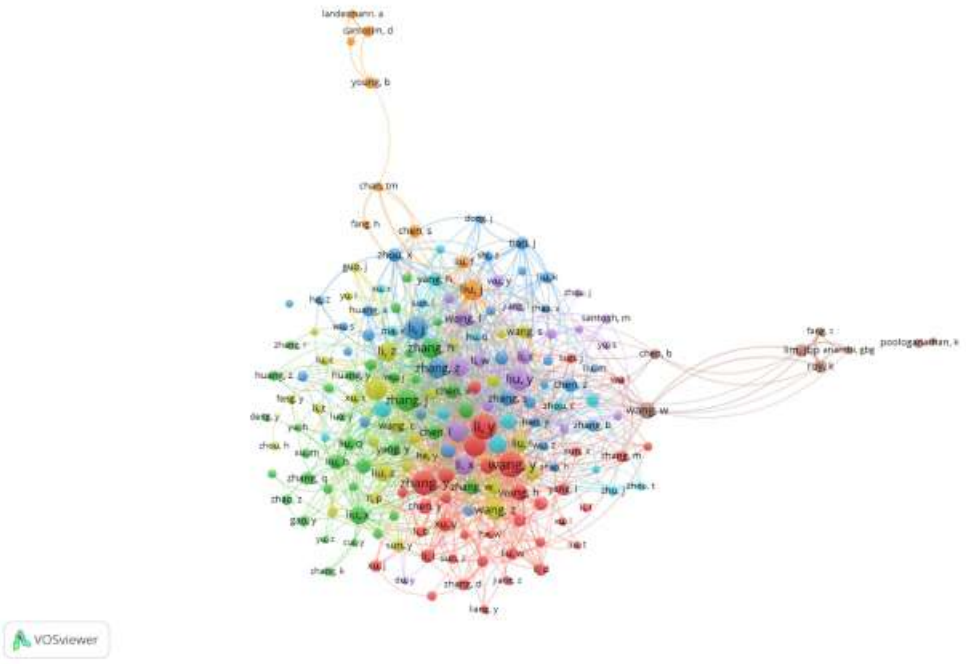


Figure 8. Network map based on author-level publication output

4. CONCLUSION, DISCUSSION, AND RECOMMENDATIONS

In this study, a total of 3,632 articles published between 2020 and 2025 on the Deep Soil Mixing (DSM) method were examined using bibliometric analysis based on data retrieved from the Web of Science (WOS) database. The analyses focused on citation and publication metrics across countries, institutions, and authors, along with a combined evaluation of these indicators. In addition, network maps were generated to visualize the structural connections and collaborative relationships within the literature. During the analysis process, records listed under both “Turkey” and “Türkiye” were merged and evaluated under the unified heading “Türkiye” to ensure consistency.

The findings demonstrate that China holds a distinct leadership position in DSM-related research, both in terms of publication volume and citation count. China ranks first with 1,584 publications and 17,047 citations, followed by the United States (639 publications, 7,836 citations), the United Kingdom (255 publications, 3,488 citations), Germany (248 publications, 3,349 citations), and Australia (228 publications, 3,413 citations). These results indicate that DSM-related research production is largely driven by a limited number of countries, with China at the forefront.

However, total publication or citation counts alone are not sufficient to reflect the overall scientific influence of a country. For this reason, average citations per publication were

calculated to provide a more qualitative assessment. Across all countries, the overall average was determined to be 11.47 citations per publication. Based on this average, countries such as the United Kingdom (13.68) and Denmark (13.78) stand out with significantly higher impact, despite their lower publication volumes. In contrast, countries like Turkey (6.15) and Malaysia (7.21), while ranked moderately in terms of publication count, fall considerably below the average in terms of impact, suggesting weaker influence in the literature.

A similar pattern is observed at the institutional level. The Chinese Academy of Sciences, with 263 publications and 3,130 citations, maintains an average of 11.9 citations per publication, slightly above the global average. In contrast, institutions such as Delft University of Technology, although producing fewer than 30 publications, have an average citation rate exceeding 18 citations per publication, highlighting the importance of producing fewer but more impactful studies. Conversely, institutions like the China University of Geosciences (142 publications, 1,146 citations; ~8.07 citations per publication) and the China University of Mining and Technology (78 publications, 815 citations; ~10.45 citations per publication), while highly productive, remain below the global average in terms of citation impact. These findings reinforce the notion that scientific influence is not merely a function of quantity, but also of quality. The same trend is evident at the author level. While some researchers demonstrate high productivity, their citation impact remains relatively low. In contrast, other scholars with fewer publications achieve noteworthy academic influence through highly cited work.

Overall, these findings suggest that quantitative growth in DSM literature does not necessarily equate to proportional academic impact. Particularly for developing countries, these insights highlight the importance of not just increasing publication output, but focusing on producing strategically impactful and highly citable research.

Looking ahead, future bibliometric studies on DSM could be expanded through keyword co-occurrence analyses, temporal trend evaluations, and thematic classifications. Moreover, studies exploring the relationship between academic publications and field applications may provide valuable insights into how theoretical advancements translate into practical engineering outcomes.

5. REFERENCES

Afrin, H. (2017). A Review on Different Types Soil Stabilization Techniques [Review of A Review on Different Types Soil Stabilization Techniques]. International Journal of Transportation Engineering and Technology, 3(2), 19. Science Publishing Group. https://doi.org/10.11648/j.ijtet.20170302.12

Bitir, A. C., & Mușat, V. (2014). Ground Improvement Technologies. Deep Soil Mixing Methods. Fundamental Aspects. The Bulletin of the Polytechnic Institute of Jassy, Construction. Architecture Section, 4, 123–132.

Bitir, A. C., & Mușat, V. (2014). Ground Improvement Technologies. Deep Soil Mixing Methods. Fundamental Aspects. The Bulletin of the Polytechnic Institute of Jassy, Construction. Architecture Section, 4, 123–132.

Denies, N., & Huybrechts, N. (2015). Deep Mixing Method: Equipment and Field of Applications (pp. 311–350). Butterworth-Heinemann. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100191-2.00011-3

Egorova, A. A., Rybak, J., Stefaniuk, D., & Zajączkowski, P. (2017). Basic Aspects of Deep Soil Mixing Technology Control. 245(2), 022019. https://doi.org/10.1088/1757-899X/245/2/022019

Gunarti, A. S. S., & Raharja, I. (2020). Mechanical Properties Improvement of Clays Using Silica Sand Waste and Dust Sand Foundry Waste. IOP Conference Series Materials Science and Engineering, 856(1), 12002. https://doi.org/10.1088/1757-899x/856/1/012002

Herrmann, G., Milo, D., & Serridge, C. (2023). Ground improvement (pp. 1361–1384). Emerald (MCB UP). https://doi.org/10.1680/icemge.66830.1361

Jit, C. E. L., Nujid, M. M., Idrus, J., Tholibon, D. A., & Bawadi, N. F. (2021). Effectiveness of different admixtures on Atterberg limit and compaction characteristics of stabilized soil. IOP Conference Series Earth and Environmental Science, 920(1), 12025. https://doi.org/10.1088/1755-1315/920/1/012025

Kitazume, M. (2021). Recent Development and Future Perspectives of Quality Control and Assurance for the Deep Mixing Method. Applied Sciences, 11(19), 9155. https://doi.org/10.3390/APP11199155

Koutsoftas, D. C. (2012). State of Practice: Excavations in Soft Soils. 678. https://doi.org/10.1061/9780784412138.0025

Kumar, R. (2025). Bibliometric Analysis: Comprehensive Insights into Tools, Techniques, Applications, and Solutions for Research Excellence. Spectrum of Engineering and Management Sciences, 3(1), 45–62. https://doi.org/10.31181/sems31202535k

L. W. Sim, H. Y. B. Katman, I. N. Z. B. Baharuddin, G. Ravindran, M. R. Ibrahim and A. M. Alnadish, "Global Research Trends in Soft Soil Management for Infrastructure Development: Opportunities and Challenges," in IEEE Access, vol. 12, pp. 73731-73751, 2024, https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3403720.

Lazarides, M. K., Lazaridou, I., & Papanas, N. (2023). Bibliometric Analysis: Bridging Informatics With Science. The International Journal of Lower Extremity Wounds, 15347346231153538. https://doi.org/10.1177/15347346231153538

Lu, X., Cui, M., Wang, P., & Li, B. (2018). Application in Cement Soil of Stabilizer in Silt Soft Soil of Wuxi in China. Journal of Coastal Research, 83, 316. https://doi.org/10.2112/si83-052.1

Mitchell, J. K., & Kelly, R. (2013). Addressing some current challenges in ground improvement. Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Ground Improvement, 166(3), 127. https://doi.org/10.1680/grim.12.00030

Mostafaie, A., Cardoso, D. N., Kamali, M., & Loureiro, S. (2021). A Scientometric Study on Industrial Effluent and Sludge Toxicity [Review of A Scientometric Study on Industrial Effluent and Sludge Toxicity]. Toxics, 9(8), 176. Multidisciplinary Digital Publishing Institute. https://doi.org/10.3390/toxics9080176

Nehab, N., Baba, K., Ouadif, L., Cherradi, C., & Bahi, L. (2014). Soft soil strengthening by stone columns: case of the embankment under the bridge “Moulay Youssef” (Rabat/Salé). MATEC Web of Conferences, 11, 2012. https://doi.org/10.1051/matecconf/20141102012

Passas, I. (2024). Bibliometric Analysis: The Main Steps. Encyclopedia, 4(2), 1014–1025. https://doi.org/10.3390/encyclopedia4020065

Raju, V., & Daramalinggam, J. (2012). Ground improvement: principles and applications in Asia. 165(2), 65–76. https://doi.org/10.1680/GRIM.10.00033

Rashid, A. S. A., Bunawan, A. R., & Said, K. N. M. (2017). The Deep Mixing Method: Bearing Capacity Studies. Geotechnical and Geological Engineering, 35(4), 1271–1298. https://doi.org/10.1007/S10706-017-0196-X

Rosli, N., Saad, R., Rahman, N., & Ismail, N. A. (2020). Soft soils: A study on their electrical resistivity values and geotechnical properties (porosity, SPT and particle size distribution). Warta Geologi, 46(3), 186. https://doi.org/10.7186/wg463202002

Shen, S.-L., Xu, Y.-S., Han, J., & Zhang, J.-M. (2012). A Ten-Year Review on the Development of Soil Mixing Technologies in China. 343–356. https://doi.org/10.1061/9780784412350.0020

Sitharam, T. G., Parthasarathy, C., & Kolathayar, S. (2021). Ground Improvement Techniques. In Lecture notes in civil engineering. Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-15-9988-0

Thirmanpalli, S., Kommu, S., & Srinivas, K. (2024). Design of shallow foundation on clayey strata using Ground improvement techniques – A Numerical Study. Journal of Physics, 2779(1), 012064. https://doi.org/10.1088/1742-6596/2779/1/012064

Verma, H., Ray, A., Rai, R., Gupta, T., & Mehta, N. (2021). Ground improvement using chemical methods: A review [Review of Ground improvement using chemical methods: A review]. Heliyon, 7(7). Elsevier BV. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07678

Xin, X., Xiang, X., Xin, Y., Li, Q., Ma, H., Liu, X., Hou, Y., & Yu, W. (2022). Global trends in research on oxidative stress associated with periodontitis from 1987 to 2022: A bibliometric analysis. Frontiers in Immunology, 13. https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.979675

Xu, J., Li, Y., Mei-ping, Z., & Zhang, S. (2024). Sustainable agriculture in the digital era: Past, present, and future trends by bibliometric analysis [Review of Sustainable agriculture in the digital era: Past, present, and future trends by bibliometric analysis]. Heliyon, 10(14). Elsevier BV. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34612

Yunus, M. (2018). Model Test Ultimate Bearing Capacity of Bakau Piles Foundation on Soft Soil Deposit. EPI International Journal of Engineering, 1(2), 94. https://doi.org/10.25042/epi-ije.082018.15

MULTI CRITERIA DECISION MAKING APPLICATION IN TEST AUTOMATION FRAMEWORK SELECTION FOR E-COMMERCE PLATFORMS

E-TİCARET PLATFORMLARINDA TEST OTOMASYON ÇERÇEVESİ SEÇİMİNDE ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME UYGULAMASI

Buşra KESİCİ[1], Yusuf ÇALIŞKAN[2]

[1]Öğr. Gör. Dr, Düzce Üniversitesi, Üretim Yönetimi, ORCID: 0000-0001-7107-761X

[2]Yazılım Kalite Uzmanı, Hepsiburada.com, Yazılım Kalitesi, ORCID: 0009-0003-4173-6276

Özet

Yazılım süreçlerinin kalitesini arttırmak ve hata oranını minimize etmek için testlerin otomatikleşmesi gerekmektedir. Böylece daha hızlı tutarlı ve ölçeklenebilir bir yaklaşım sunulur. Bu çalışma ile e-ticaret platformlarında yazılım test otomasyon süreçlerinin etkinliğini artırmak amacıyla uygun yazılım test otomasyon çerçevesi seçimini çok kriterli karar verme (MCDM) yöntemlerini kullanarak optimize etmesi amaçlanmaktadır. Makalede, yazılım testi, yazılım test otomasyonu, yazılım test otomasyon çerçevesi ve e-ticaret kavramları açıklanmaktadır. E-ticaret platformlarının rekabetçi yapısı ve sürekli değişen kullanıcı beklentileri göz önüne alınarak, test otomasyonunun önemi vurgulanmakta, manuel test süreçlerinin zaman ve maliyet açısından yarattığı verimsizlikler ele alınmaktadır. Uzman görüşleri doğrultusunda Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ile kriter ağırlıkları belirlenmiş, ardından Multi-Attributive Border Approximation area Comparison (MARCOS) yöntemi ile alternatif yazılım test otomasyon çerçeveleri (Selenium, Cypress, Playwright, Katalon Studio, Robot Framework) arasında karşılaştırma yapılmıştır.

Çalışmanın bulguları, modern yazılım geliştirme süreçlerinde CI/CD entegrasyonu, kullanıcı dostu arayüz, paralel test yürütme ve güvenlik gibi kriterlerin, test otomasyon yazılım çerçevesi seçiminde kritik rol oynadığını ortaya koymuştur. Özellikle, yüksek güvenlik ve takım yetkinliğine verilen ağırlık nedeniyle Cypress yazılım test otomasyon çerçevesi, diğer alternatiflere kıyasla üstün performans sergilemiş ve en uygun seçenek olarak belirlenmiştir. Diğer yandan, Selenium ikinci sırada yer alırken, Playwright benzer avantajlarıyla öne çıkmıştır. Katalon Studio ve Robot Framework ise bazı teknik ve kullanılabilirlik dezavantajlarıyla alt sıralarda yer almıştır.

Araştırma, karar vericilere, projelerinin özel gereksinimlerine ve ekip yetkinliklerine göre test otomasyon yazılım çerçevesi seçerken objektif ve sistematik bir yaklaşım sunmakta, böylece yazılım kalitesinin ve verimliliğinin artırılmasına katkıda bulunmaktadır. Çalışmanın sunduğu yöntem ve sonuçlar hem akademik hem de uygulamaya yönelik süreçlerde önemli çıkarımlar yapmaktadır.

Anahtar kelimeler: yazılım test otomasyonu, e-ticaret, çok kriterli karar verme, AHP, MARCOS

Abstract

To improve the quality of software processes and minimize the default rate, testing needs to be automated. This provides a faster, consistent and scalable approach. This study aims to evaluate the selection of appropriate test automation software using multi-criteria decision making

(MCDM) methods in order to increase the effectiveness of test automation processes in e-commerce platforms. Considering the competitive structure of e-commerce platforms and ever-changing user expectations, the importance of test automation is emphasized and the inefficiencies of manual testing processes in terms of time and cost are discussed. Criteria weights are determined with Analytic Hierarchy Process (AHP) on behalf of expert opinions, and then a comparison is made between alternative software test automation frameworks (Selenium, Cypress, Playwright, Katalon Studio, Robot Framework) with Multi-Attributive Border Approximation area Comparison (MARCOS) method.

The findings of the study revealed that criteria such as CI/CD integration, user-friendly interface, parallel test execution and security play a critical role in the selection of a test automation framework in modern software development processes. In particular, Cypress software test automation framework outperformed the other alternatives and was found to be the most suitable option due to its high security and emphasis on team competency. On the other hand, Selenium ranked second, while Playwright stood out with similar advantages. Katalon Studio and Robot Framework were ranked lower with some technical and usability disadvantages.

The research provides decision makers with an objective and systematic approach to selecting a test automation software framework based on the specific requirements of their projects and team competencies, thus contributing to improving software quality and productivity. The methods and results of the study have important implications for both academic and practical processes.

Keywords: software test automation, e-commerce, multi-criteria decision making, AHP, MARCOS

1. INTRODUCTİON

The increase in online shopping habits with the widespread use of the Internet has made e-commerce platforms an indispensable part of today's economy. This situation has led to the necessity for e-commerce platforms to be sustainable, to maintain their competitiveness, and to keep their elements such as user experience, performance and system security stable and continuously improved. Software testing and quality processes are critical for e-commerce platforms to provide as seamless a user experience as possible. The software development life cycle's testing phase reveals a software product's hidden flaws. It is impossible to overlook how time-consuming and resource-intensive testing is (Kumar and Mishra, 2016).

E-commerce platforms consist of many complex and large pieces of software that are integrated with each other. This causes manual execution of software testing and quality processes to lead to a serious loss of time and cost. Test automation prevents this loss of time and cost by automating repetitive manual processes. The test automation frameworks used in test automation processes directly affect the effectiveness and efficiency of this process. There are many test automation frameworks with different capabilities, features and use cases, making it sometimes complicated to make the appropriate choice. It has a direct impact on many issues from the integration of test automation tools to data management, performance testing, training and awareness raising (Harmancı et. al (2025).

In this study, the feasibility of applying MCDM in the selection of test automation frameworks for e-commerce platforms is discussed. The aim of the study is to provide a systematic method for selecting the most suitable test automation framework for the needs.

The study makes the following contributions to the literature.

i. AHP-MARCOS was used to select the test automation framework.

ii. The most important criteria and alternatives related to the selection of a Test Automation framework are presented and discussed.

The study consists of four main sections. In the second part of the study, the concepts of Software and Software Framework, E-Commerce, Software Testing, Software Test Automation and Software Test Automation Frameworks are discussed and a literature review is presented. In the third section, the proposed methodology is explained in detail.

In the fourth section, the results of the analysis for the criteria are discussed and the choices between the alternatives are presented. The fifth section presents conclusions and recommendations.

2. THEORETICAL FRAMEWORK

2.1.E-Commerce

The concept of Electronic Commerce (E-Commerce), which entered our lives with the widespread use of the Internet in the late 1990s, refers to the conduct of commercial activities through digital media. In the literature, e-commerce is defined as the realization of all processes from promotion to sales, from payment transactions to delivery of products and services through internet-based platforms (ISTQB, 2023; Smith, 2019).

The most fundamental element of e-commerce is the realization of trade independently of physical space and time limitations through tools such as websites, mobile applications and virtual marketplaces. Unlike traditional trade models, e-commerce offers advantages to consumers such as easy access, fast transactions and time savings, while providing businesses with opportunities such as cost reduction, reaching a wide customer base and increasing productivity (Lee & Clark, 2020). However, the scope of e-commerce in the literature is not limited to the buying and selling of physical products, but also includes the provision of digital products (e.g. software licenses, e-books, online education programs) and services (Anderson & Williams, 2022).

E-commerce refers to commercial transactions involving the production, promotion, sale and distribution of goods and services through digital technologies (Chaffey, 2020). Electronic commerce is basically a process that aims to create demand for these products, services or information, along with the sale of any information, product or service. This process is realized by carrying out logistics and communication activities between organizations and customers through computer networks, which have an important place in our lives (Akyön, 1999: 213).

While e-commerce once described a simple process (e.g. consumer purchase from an e-commerce site), the term has expanded as technologies have evolved. Today, e-commerce can refer to business-to-business trade or intra-company business transactions. The first product sale over the Internet in the 1990s heralded the birth of e-commerce and revolutionized the way the global economy functions. Today, it has become a fundamental expectation of the business world for businesses to have some form of presence on digital platforms. For example, activities such as bidding for a tender on a government portal or transferring funds through mobile payment systems now reflect the digitalized nature of the economy. The COVID-19 pandemic has accelerated this transformation, contributing significantly to the growth of the global e-commerce market. By 2021, the size of the global e-commerce market reached USD 26.7 trillion. Over the last three decades, the online retail industry has evolved to encompass a much broader scope than simply running a browser-based e-commerce store. Today, to compete and

sustain growth, businesses are deeply integrating e-commerce solutions with their business processes. This integration makes it possible to provide integrated customer experiences across platforms and optimize their processes with innovative technologies such as automation and conversational analytics (Hayes & Downie, 2024).

Rapid developments in the internet and communication technologies have led to significant transformations in the business world and created a strong foundation for remote working models to become more widespread. In particular, the COVID-19 pandemic, which emerged in 2020, has unexpectedly accelerated this transformation, making it necessary to shift from the traditional office approach to flexible working. This change symbolizes the beginning of a new era in the business world. Today, remote working is not only a necessity but also a strategic choice for businesses and employees. Studies reveal the multifaceted effects of this working model. For businesses, telecommuting reduces costs, while for employees it offers opportunities such as work-life balance, flexibility and the elimination of geographical boundaries.

E-commerce is defined as a time- and space-independent trade model in which commercial transactions are carried out with digital tools over the internet infrastructure. Studies in the literature emphasize that e-commerce has changed consumer expectations and reshaped the strategic planning of businesses.

2.2.Software and Software Framework

Software is a set of instructions, data, or programs to operate machines and perform specific tasks. Unlike hardware, it refers to the programs, scripts, and applications running inside a computer. Software transmits user commands to the hardware, enabling the device to perform desired tasks. In computer systems, software is a series of commands that tell the computer how to execute an operation. For instance, Microsoft Word, Excel, and PowerPoint are examples of application software developed for specific functions. In this context, software is a vital tool for meeting user needs. (GeeksforGeeks, 2023).

A software testing framework is framed as a reusable architectural skeleton that prescribes coding conventions, driver libraries, and reporting mechanisms to standardise how automated tests are designed, executed, and maintained (Khankhoje, 2023).

Writing test cases from scratch is tedious and error-prone. The test code needs to be organized, well-structured and free of bugs. Also, it can be difficult for other test engineers to understand and work on the code. Therefore, using a software testing framework that suits your needs is a more effective option. These frameworks streamline testing processes and minimize errors. It offers a generic template that can be customized according to project requirements. Also, since other test engineers are familiar with these frameworks, the tests become easier to understand and maintain (GeeksforGeeks, 2024).

2.3.Software Testing Concept

Software is the process of managing computer systems through applications programmed with commands in line with user demands. The smooth operation of the software depends on the complete completion of certain stages. Throughout the software development life cycle, it is aimed to create a system by considering user requirements. The goal of the developed software is to deliver a high-quality product in the most cost-effective and timely manner. Software quality is assessed by the level to which the system meets expectations and is delivered at the lowest cost and time. In addition, one of the quality criteria of the system is to minimize errors (Yetiş, 2022).

Software is an integral part of our daily lives. Most people have encountered software that does not work as expected. Software that does not work properly can lead to many problems, including loss of money, time or business reputation, and in extreme cases, even injury or death. Software testing assesses software quality and helps reduce the risk of software failure during use. Software testing is a comprehensive set of activities carried out to evaluate the quality of the products produced during the software development process and to detect possible errors. Software testing includes many elements such as performance, security, user experience as well as detecting defects. Testing processes help to achieve the desired goals within the scope, time, quality and budget constraints. (ISTQB, 2023).

Following the completion of software development, ensuring the reliability and proper functioning of the system through rigorous testing becomes a crucial step. According to Esnaashari and Damia (2021), software testing is vital in identifying potential faults that may cause significant operational failures if left undetected. The testing phase is considered one of the most resource-intensive stages of software development, often representing a substantial portion of the overall project budget. Due to its high cost and the fact that testing does not directly contribute new features to the software, there has been an increasing focus on optimizing and automating this process to enhance efficiency and reduce expenses (Esnaashari & Damia, 2021).

2.4.Software Test Automation

Test automation refers to the automated execution of software tests using a tool or code. This process includes the steps of developing test cases, executing them, comparing and reporting the results (IEEE, 1990).

The automation of a test process using test tools or software. Test automation enables the execution of manual test cases by programming them with a tool (ISTQB, 2023).

The software test automation framework executes test cases and generates comprehensive reports on their outcomes. Automating procedures previously performed manually, it eliminates the need for traditional manual testing processes, replacing them with the development and execution of test scripts (Walker, 2020).

Software quality and efficiency requirements are now considered together, and the importance of testing activities and their responsibility has increased in our time. The ability to perform tests quickly and efficiently is a factor that makes a difference in software development and ensures that the product is released to the market within the planned time. Test automation is an essential software component that must be implemented in the testing field to meet these requirements (Çelik et al., 2017).

Yener et al. (2019) conducted a comparative analysis of the efficiency of automation testing versus manual testing in end-user tests and focused on developing a model for automation-based efficiency improvement within the mobile device lifecycle.

Harmancı et al. (2025) addressed the most common challenges encountered in the field of test automation and discussed the strategies proposed to overcome these challenges, based on the evaluations of experts in the domain.

2.5.Software Test Automation Frameworks

A test automation framework is a set of rules or guidelines used to design and create test cases. It consists of a combination of applications and tools designed to help QA (Quality Assurance) professionals perform testing processes more efficiently.

These guidelines include coding standards, test data management methods, data repositories, processes for storing test results, or access to external resources.

Software test automation is an essential component of modern software development processes due to the limitations of manual testing. Although test automation provides significant advantages in terms of time and cost, the processes have several challenges and obstacles. To overcome these challenges and improve and streamline test automation processes, designing a flexible and modular automation architecture/framework is important. A well-structured test architecture and planning enable more organized and efficient test execution (Harmancı et al., 2025).

2.5.1. Selenium

Selenium is recognized as one of the most widely used test automation frameworks. Selenium is open-source and provides a toolset that allows writing test scripts in Ruby, Java, Node.js, PHP, Perl, Python, JavaScript, C# and many other programming languages. Thanks to this feature, it has become a common choice by providing flexibility in projects working with different technologies.

Selenium is a test automation framework used for browser automation, enabling cross-browser testing to verify the consistency of websites across different browsers. It also allows functional testing in various browsers to ensure that websites work correctly. One of the advantages of Selenium is that it can seamlessly integrate with other tools and frameworks such as TestNG, JUnit, Cucumber, etc. (Gazala, 2024).

2.5.2. Cypress

Cypress is a next-generation open-source end-to-end test automation framework designed specifically for web applications. With its user-friendly interface and rich feature set, Cypress has quickly gained popularity in the automation testing world. Particularly favored among developers, this framework offers an ideal solution for testing applications in web browsers quickly and effectively.

Cypress, as an open-source platform, offers its users a comprehensive end-to-end testing experience. This framework, which performs fast and highly efficiently, especially in front-end testing, is based on the JavaScript language, which is widely used in the web world. These features make Cypress a powerful tool for testing modern web applications (Gazala, 2024).

2.5.3. Playwright

Playwright, as a test automation framework with cross-browser support, enables you to perform end-to-end automation testing of web applications through the same API. With frequent testing, it helps you make sure that your application works as expected. Playwright offers an important support in web development processes by simulating real-world events from the user perspective to make the testing process more effective.

First released in 2011 by Microsoft, Playwright is recognized as a prominent test automation framework for browser automation. It differs from applications usually developed for end-user browsers in that it works for search engine supported browsers such as Firefox and Safari. Thanks to this approach it allows you to test your website's functionality more effectively, overcoming certain limitations such as speed and flexibility (Williams, 2022).

2.5.4. Katalon Studio

Katalon Studio is a comprehensive tool that enables automation testing for web applications,

mobile applications and APIs. Especially for quality assurance teams and software testers, Katalon Studio offers a powerful platform that meets the level of complexity and detail required by today's digital ecosystem.

The software offers a user-friendly code editor, a rich data repository and various integrations with various tools to reduce complexities in testing processes. These features effectively solve common challenges encountered when creating, maintaining, and running test cases. Other highlights include powerful scripting and debugging tools, compatibility with various platforms such as Windows and Android, and automation strategies that provide flexibility for both beginners and experienced users (Miguel, 2024).

2.5.5. Robot Framework

Katalon Studio is a comprehensive tool that enables automation testing for web applications, mobile applications and APIs. Especially for quality assurance teams and software testers, Katalon Studio offers a powerful platform that meets the level of complexity and detail required by today's digital ecosystem.

The software offers a user-friendly code editor, a rich data repository and various integrations with various tools to reduce complexities in testing processes. These features effectively solve common challenges encountered when creating, maintaining and running test cases. Other highlights include powerful scripting and debugging tools, compatibility with various platforms such as Windows and Android, and automation strategies that provide flexibility for both beginners and experienced users (Botcity, 2024).

3. METHOD

3.1.Method Flowchart

In this study, a structured decision-making approach combines the AHP and MARCOS methods, as depicted in Figure 1. The process begins with identifying experts and a comprehensive literature search to determine the evaluation criteria. Simultaneously, expert opinions are gathered to define the set of alternatives. Following this, the Analytic Hierarchy Process (AHP) is employed to establish the importance of the weights of the evaluation criteria. Expert judgments are used to perform pairwise comparisons, which form the basis of the comparison matrix. This matrix is then normalized, and the criteria weights are calculated. A consistency check is conducted to ensure the reliability of expert evaluations. Subsequently, the MARCOS method is applied. It starts with creating the initial decision matrix, which is extended to include ideal and anti-ideal solutions. The matrix is normalized, and a weighted matrix is formed using the AHP-derived weights. Next, benefit values are calculated, and benefit functions are determined. Finally, the alternatives are ranked based on their overall performance scores. This flow strictly follows the steps illustrated in the figure, combining qualitative and quantitative assessments to enhance the accuracy and robustness of the decision-making process.

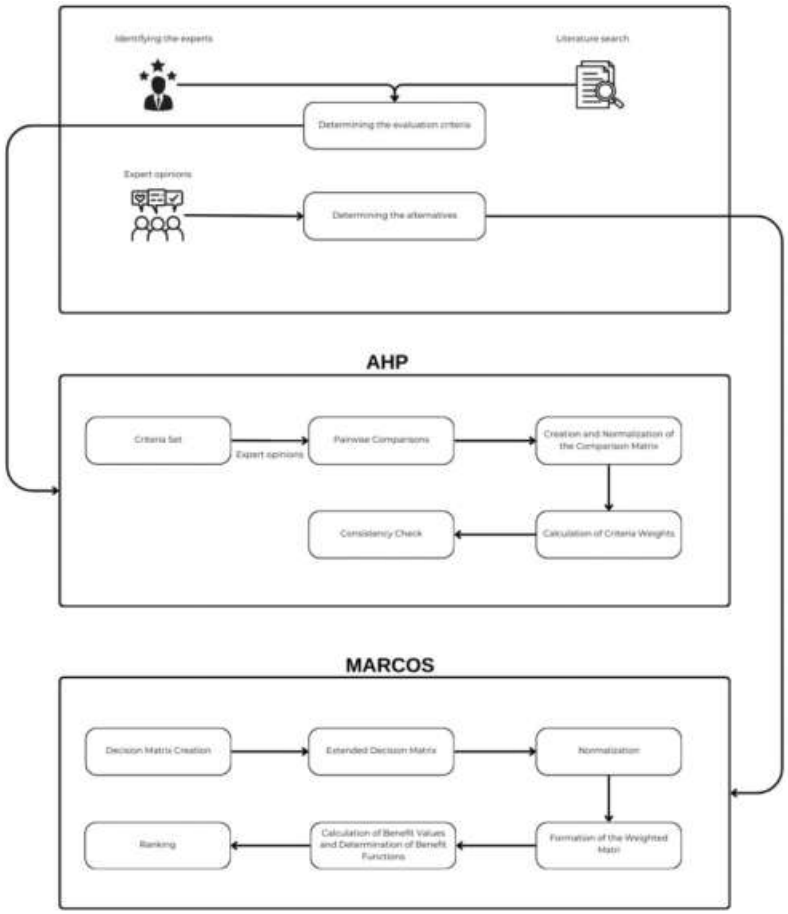


Figure 1. Method Flowchart

3.2.AHP Method

The Analytic Hierarchy Process (AHP) is a multi-criteria decision-making method developed by Saaty in the 1970s (Wind and Saaty, 1980). This method allows both qualitative and quantitative criteria to be evaluated together. In addition, the method allows the creation of a hierarchical structure extending from the main criteria to the sub-criteria. In the first stage, pairwise comparisons are made between the criteria using the comparison scale values (Saaty, 2008) given in Table 1. Then, the matrix containing these comparisons is normalized. Normalization is performed by calculating the sum of each column and dividing each value in the column by the corresponding column sum. After this process, the weights of the criteria are calculated by taking the row averages of the normalized matrix (Kaya & Kahraman, 2010). Finally, the consistency ratio of the comparison matrix is calculated and the matrix is considered to be consistent when this ratio is less than 0.10.

Table 1. Saaty's Pairwise Comparison Scale

Degree of Importance	**Definition**	**Description**
1	Equal Importance	The two criteria are equally important.

3	Moderately Important	One is a little more important than the other.
5	Strong Importance	One is clearly more important than the other.
7	Very Strong Importance	One criterion is strongly more important than the other.
9	Extremely Strong Importance	One criterion is more important than the other.
2, 4, 6, 8	Intermediate Values	A value between two adjacent judgments.
Reverse Values	Importance of one criterion over the other	For example, if one criterion is rated as 3 important, the other is rated as 1/3.

3.3.MARCOS Method

The MAROCS method is a modern decision-making technique that ranks alternatives using their relationship with reference values. This method, developed by Stevic et al. (2020), evaluates the distance of an alternative to the ideal and non-ideal solution as a measure of utility. In this approach, the best solution is defined as the alternative closest to the ideal state and the worst solution is defined as the alternative furthest from the non-ideal state.

MARCOS method is a decision-making technique that has the capacity to produce compromise solutions by taking into account a large number of criteria, offers the opportunity to solve complex problems with a simple algorithm and at the same time draws attention with its flexible structure. In the literature, it is widely used in various disciplines such as business and engineering. It is especially preferred as an effective solution tool in many problem areas such as supplier selection, software evaluation, personnel selection and performance analysis.

3.3.1. MARCOS Implementation Steps

MARCOS has a seven-stage implementation process.

Stage 1: Creating the Decision Matrix

A decision matrix consisting of n criteria and m alternatives in the decision problem is created.

$$X = \begin{bmatrix} A_1 & x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ A_2 & x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_m & x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Stage 2: Creating the Extended Decision Matrix

The expanded decision matrix created by adding ideal (AI) and anti-ideal (AAI) solution values to the decision matrix is shown in Equation (3.2).

$$\begin{array}{cccccc} & C_1 & C_2 & \cdots & C_n \\ & x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ A_1 & x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ A_2 & x_{31} & x_{32} & \cdots & x_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_m & x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \\ A_{AAI} & x_{aai1} & x_{aai2} & \cdots & x_{aain} \\ A_{AI} & x_{ai1} & x_{ai2} & \cdots & x_{ain} \end{array} \quad (2)$$

The ideal and non-ideal values in the expanded decision matrix are calculated using Equation (3.3) and Equation (3.4).

$$AI = max\, x_{ij}\ if\ \ j \in F\ and\ min\, x_{ij}\ \ if\ \ \ j \in M \quad (3)$$

$$AAI\ =\ min\, x_{ij}\ \ if\ \ j \in F\ \ and\ \ max\, x_{ij}\ \ \ if\ \ \ j \in M \quad (4)$$

In this stage, ideal and non-ideal values are added to the decision matrix obtained in the first stage. In Eq. (3) *AI* represents the ideal solution values, while *F* and *M* represent the Benefit and Cost criteria, respectively. *AAI* in Eq. (4) represents the non-ideal solution values, *F* and*M* values represent the Benefit and Cost criteria, respectively.

Stage 3: Normalization of the Extended Decision Matrix

The elements of the normalized decision matrix are calculated using Eq. (5) and Eq. (6) depending on whether the decision matrix is benefit or cost oriented.

$$n_{ij}\ =\ \frac{x_{ij}}{x_{ijai}}\ \ if\ \ j \in F \quad (5)$$

$$n_{ij}\ =\ \frac{x_{ai}}{x_{ij}}\ \ if\ \ j \in M \quad (6)$$

Step 4: Obtaining the Weighted Matrix

The weighted matrix (V) is obtained by multiplying the normalized matrix and the weight scores as shown in the formula in Eq. (7).

$$v_{ij}\ =\ n_{ij} \times w_j \quad (7)$$

Stage 5: Calculating the Utility of Alternatives (K1)

At this stage, the degree of utility (Ki) of the alternatives is determined based on the anti-ideal and ideal solutions. The degree of utility for each decision alternative is calculated using Eq. (8) and Eq. (9).

$$K_i^+ = \frac{S_i}{S_{ai}} \quad (8)$$

$$K_i^- = \frac{S_i}{S_{aai}} \quad (9)$$

The value of Si (1, 2, ...m) in Equation (3.11) can be seen in Equation (3.11).

represents the sum of the weighted matrix (V) for the alternative.

$$S_i = \sum_{i=1}^{n} v_{ij} \quad (10)$$

Stage 6: Determining the Utility Functions of Alternatives

The utility functions f(Ki) of the alternatives are calculated in this step according to Eq. (11). More precisely, the utility function can be expressed as the compromise of the alternative with respect to the ideal and anti-ideal solution.

$$f(K_i) = \frac{K_i^+ + K_i^-}{1 + \frac{1 - f(K_i^+)}{f(K_i^+)} + \frac{1 - f(K_i^-)}{f(K_i^-)}} \quad (11)$$

The values f(Ki+) and f(Ki-) in Eq. (12) and Eq. (13) represent the utility functions for the anti-ideal and ideal solutions, and the utility functions for the anti-ideal and ideal solutions are calculated by Eq. (12) and Eq. (13).

$$f(K_i^+) = \frac{K_i^-}{K_i^+ + K_i^-} \quad (12)$$

$$f(K_i^-) = \frac{K_i^+}{K_i^+ + K_i^-} \quad (13)$$

Stage 7: Ranking of Alternatives

In the final stage, the decision alternatives are evaluated and ranked based on the final values of the utility function. In this context, the alternative with the maximum value of the utility function is determined as the superior alternative.

4. APPLICATION AND FINDINGS

4.1.1. Expert Profile

Experts who have worked and are currently working in leading software companies in Turkey and have a high level of experience in software testing and quality were contacted. Table 2 shows the education and experience information of these experts. The experts selected for the study are those actively working in software test automation and using software test automation frameworks in the leading companies in the sector. Expert E-1 provides consultancy to many companies in this field.

Table 2. Expert Profile Table

Expert	Experience	Education Level	Job Title
E-1	10+	MSc, Management Information Systems, General	Software QA Delivery Manager
E-2	5+	BSc, Computer Engineering	Senior Software Test Automation Engineer
E-3	3+	BSc, Computer Engineering	Mid QA Engineer

4.1.2. Criteria and Alternatives

For Test Automation Framework selection, 20 criteria were identified. These criteria were selected for the technical, operational, and strategic requirements identified for the framework selection. These criteria and their descriptions are shown in Table 3.

Table 3. Criteria

Criteria	Explanation	Reference
Efficiency (C1)	The ability of the test automation tool to accelerate testing processes and produce results with less manual effort.	(Yener et al., 2019)
Maintainability (C2)	Test cases can be easily updated and maintained.	(Harmancı et al., 2025).
CI/CD Integration Support (C3)	Test tool compatibility with continuous integration/continuous delivery (CI/CD) processes and easy integration.	(Harmancı et al., 2025).
Community Support and Documentation (C4)	The activity of the user community, the quality of support resources and the comprehensiveness of the tool's documentation.	(Miguel, 2025)
Cost (C5)	License, installation, maintenance and other costs of the test automation tool.	(Öztürk, 2022)
Reporting and Error Management (C6)	Detailed reporting of test results and ensuring traceability of errors.	(Uzun, 2019)
Scalability (C7)	The ability of tool performance to expand in line with increasing workloads and growing projects.	(Raju & Leong, 2025)
Test Data Management (C8)	Features provided for the creation, storage and reuse of data required for testing.	(Öztürk, 2022)
Parallel Test Execution (C9)	Ability to run tests simultaneously in different environments and devices.	(Öztürk, 2022)

Backup and Restore (C10)	Ability to securely backup and restore test data and configurations.	(Öztürk, 2022)
Artificial Intelligence and Machine Learning Support (C11)	Enabling the use of artificial intelligence/machine learning to improve testing processes and error predictions.	(Lengyel, 2025)
Browser Support (C12)	Ability to run automation tests in different web browsers.	(Harmancı et al., 2025).
Operating System Support (C13)	Ability to work on different operating systems (Windows, macOS, Linux, etc.).	(Öztürk, 2022)
Programming Language Support (C14)	Compatibility of the tool with various programming languages and flexibility for writing code.	(Uzun, 2019)
User Friendly Interface (C15)	A simple and intuitive user interface for easy creation of test cases.	(Uzun, 2019)
Corporate Level Support (C16)	Provision of professional support, training and customer service.	(Yener et al., 2019)
Past References (C17)	Successes and user experiences of the test tool in previous projects.	(Yener et al., 2019)
Load/Performance Test Support (C18)	The ability of the vehicle to test how the system performs under load.	(Öztürk, 2022)
Security (C19)	Ensuring the security of test processes and test data.	(Yener et al., 2019)
Team Competence (C20)	The knowledge level of the team that will use the test tool and the ease of learning the tool.	(Harmancı et al., 2025).

Table 3. Criteria (continued)

The primary reason for selecting the alternatives specified in Figure 2, namely Selenium, Cypress, Playwright, Katalon Studio, and Robot Framework, for test automation framework selection in e-commerce platforms is that these tools are widely recognized and validated in both industry and academic literature due to their extensive application areas. Critical criteria for choosing test automation tools include widespread adoption, community support, open-source structures, and integration capabilities (Çelik et al., 2017; Esnaashari & Damia, 2021). Moreover, considering the standard requirements encountered in e-commerce platforms, such as continuous integration, cross-browser compatibility, and user-friendly interfaces, it is crucial to choose tools frequently studied in academic literature and confirmed as effective by industry reports (BotCity, 2024; Gardini Miguel, 2024). Accordingly, the selected alternatives represent well-established frameworks that are widely accepted and approach standardization in the industry.

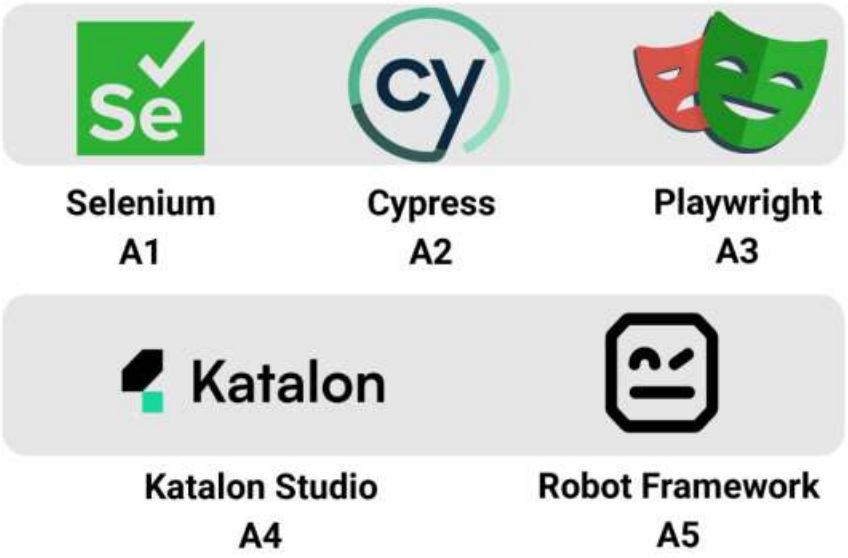


Figure 2. Alternatives

4.1.3. Weighting of Criteria with AHP

Table 4. presents the normalized weighted criteria derived from the Analytic Hierarchy Process (AHP) utilized in evaluating test automation frameworks. Among these criteria, Security (C19), with a weight of 0.2344, emerges distinctly as the most critical factor, highlighting the priority placed upon secure testing environments, especially vital for e-commerce platforms handling sensitive user data. Following this, Team Competence (C20, 0.1282) and Cost (C5, 0.0768) underscore the significance of organizational capabilities and financial considerations in tool selection. Conversely, criteria such as Institutional Level Support (C16, 0.0078) and AI/ML Support (C11, 0.0101) received lower priority, indicating that while these features offer advantages, they are currently less decisive than security, cost, and competence factors. These results offer strategic implications, indicating that stakeholders involved in software testing assign greater importance to fundamental factors, notably security and team competence, as opposed to emerging technological features, such as artificial intelligence integration, in the selection of test automation frameworks.

Table 4. Weighted Criteria Table with AHP

Criteria Name	**Weight**
Productivity (C1)	0.0533
Ease of Maintenance (C2)	0.0217
CI/CD Integration Support (C3)	0.0204
Community Support and Documentation (C4)	0.0222

Cost (C5)	0.0876
Reporting and Error Management (C6)	0.0257
Scalability (C7)	0.0145
Test Data Management (C8)	0.0319
Parallel Test Execution (C9)	0.0350
Backup and Restore (C10)	0.0581
Artificial Intelligence and Machine Learning Support (C11)	0.0101
Browser Support (C12)	0.0542
Operating System Support (C13)	0.0478
Programming Language Support (C14)	0.0518
User Friendly Interface (C15)	0.0106
Institutional Level Support (C16)	0.0078
Past References (C17)	0.0390
Load/Performance Testing Support (C18)	0.0447
Security (C19)	0.2344
Team Competence (C20)	0.1282

The calculations in the AHP analysis were performed using the “SuperDecisions v2.10.0” program. The consistency ratio was below 0.1 for all experts. Figure 3 shows a screenshot from the SuperDecisions program, which calculates the priority vectors of all criteria and the consistency ratio.

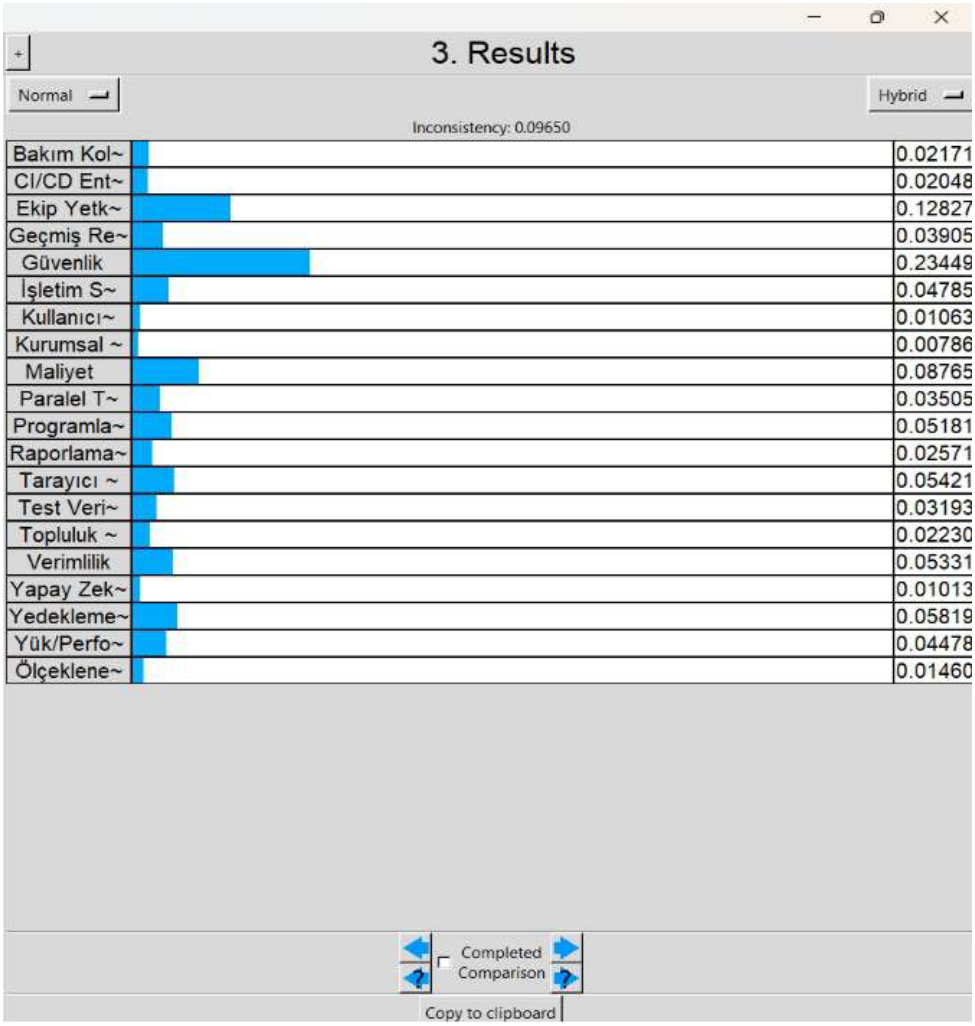


Figure 2. SuperDecisions program screenshot of all criteria calculations

4.1.4. Ranking Alternatives with MARCOS

In this study, a multi-criteria decision-making (MCDM) approach for test automation framework selection is proposed and MARCOS is used as a ranking method. The proposed approach is applied by taking the evaluations of three experts working in different software companies from the industry. Due to the expansion of the project portfolio of companies and teams, the need to evaluate and select the number of frameworks used to meet the increasing testing requirements and to make the testing processes more efficient has emerged.

Based on the increasing number of test automation framework options, the performance of test automation frameworks was analyzed with multiple performance evaluation dimensions and test automation frameworks were ranked according to the level at which they met the target values of the specified criteria. As a result of this ranking, strategic decisions were taken, such as which test automation frameworks should continue to be used, which ones should be abandoned or which ones should be integrated.

In the performance evaluation of the test automation framework, not only technical criteria were focused on, but also multiple dimensions that will contribute to the software development processes were taken into consideration. The aim of this approach is to ensure that software development teams work with a test automation framework that is aligned with their strategic

goals, will increase their productivity and help them optimize processes.

The values in Table 5 and Table 6 are calculated using Eq. (2), Eq. (3), Eq. (4) and present the raw values of the alternatives' performance on each criterion. Cypress (A2) outperformed the other alternatives in most criteria.

Table 5. Extended Decision Matrix 1

Sub. / Criteria	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
A1	7.32	7.00	7.96	7.96	7.56	7.27	8.00	6.84	8.32	6.26
A2	8.32	8.00	8.00	8.32	7.56	8.65	8.28	8.32	8.32	6.65
A3	7.56	8.32	7.65	5.81	7.96	8.32	7.86	7.11	7.56	7.32
A4	5.59	4.93	5.43	5.43	2.71	6.26	6.54	5.94	5.94	6.26
A5	7.32	4.48	5.94	3.30	4.31	5.59	6.26	5.59	6.32	5.59

Table 6. Extended Decision Matrix 2

Sub. / Criteria	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20
A1	3.68	8.32	7.32	7.96	3.04	3.17	8.65	6.95	7.23	7.65
A2	3.91	7.32	7.00	4.61	7.40	3.63	8.00	6.65	7.56	8.00
A3	4.16	7.96	7.00	7.23	7.40	3.78	7.32	6.32	6.95	7.65
A4	6.60	7.61	8.28	4.31	7.11	7.96	4.76	4.72	6.21	5.24
A5	3.42	7.32	7.32	7.32	2.88	2.88	6.60	5.01	6.32	6.60

The values shown in Tables 7 and 8 are calculated using Eq. (5) and Eq. (6). They present the normalized data before the MARCOS ranking. When we look at this data, Cypress (A2) has high values compared to its alternatives. In contrast, the low scores in the normalized values of Katalon Studio (A4) caused its overall performance to lag behind.

Table 7. Normalized Matrix 1

Sub. / Criteria	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
A1	0.88	0.84	0.99	0.96	0.36	0.84	0.97	0.82	1.00	0.85
A2	1.00	0.96	1.00	1.00	0.36	1.00	1.00	1.00	1.00	0.91
A3	0.91	1.00	0.96	0.70	0.34	0.96	0.95	0.85	0.91	1.00
A4	0.67	0.59	0.68	0.65	1.00	0.72	0.79	0.71	0.71	0.85
A5	0.88	0.54	0.74	0.40	0.63	0.65	0.76	0.67	0.76	0.76

Table 8. Normalized Matrix 2

Sub. / Criteria	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20
A1	0.56	1.00	0.88	1.00	0.41	0.40	1.00	1.00	0.96	0.96
A2	0.59	0.88	0.85	0.58	1.00	0.46	0.92	0.96	1.00	1.00
A3	0.63	0.96	0.85	0.91	1.00	0.47	0.85	0.91	0.92	0.96
A4	1.00	0.91	1.00	0.54	0.96	1.00	0.55	0.68	0.82	0.66
A5	0.52	0.88	0.88	0.92	0.39	0.36	0.76	0.72	0.84	0.83

The values in Table 9. and Table 10. determine the degree of importance of the criteria. It is seen that the importance level of Safety and Team Competence criteria is high. In this context, alternatives with high values in these criteria have an advantage in the ranking. Cypress (A2) received the highest values in these criteria.

Table 9. Weighted Matrix 1

Sub. / Criteria	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
A1	0.05	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.03	0.04	0.05
A2	0.05	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.01	0.03	0.04	0.05
A3	0.05	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.03	0.03	0.06
A4	0.04	0.01	0.01	0.01	0.09	0.02	0.01	0.02	0.03	0.05
A5	0.05	0.01	0.02	0.01	0.06	0.02	0.01	0.02	0.03	0.04

The values in Tables 9 and 10 determine the degree of importance of the criteria. These values are calculated using Eq. (7). The importance level of the Safety and Team Competence criteria is high. In this context, alternatives with high values in these criteria have an advantage in the ranking. Cypress (A2) received the highest values in these criteria

Table 10. Weighted Matrix 2

Sub. / Criteria	C11	C12	C13	C14	K15	C16	C17	C18	C19	C20
A1	0.01	0.05	0.04	0.05	0.00	0.00	0.04	0.04	0.22	0.12
A2	0.01	0.05	0.04	0.03	0.01	0.00	0.04	0.04	0.23	0.13
A3	0.01	0.05	0.04	0.05	0.01	0.00	0.03	0.04	0.22	0.12
A4	0.01	0.05	0.05	0.03	0.01	0.01	0.02	0.03	0.19	0.08
A5	0.01	0.05	0.04	0.05	0.00	0.00	0.03	0.03	0.20	0.11

Table 11. shows the ranking results obtained by applying Eqs. (8)-(13) to the five alternative

frameworks selected for test automation (A1: Selenium, A2: Cypress, A3: Playwright, A4: Katalon Studio, A5: Robot Framework). The ranking of the alternatives is based on the Compromise Solution Index (f(K)) values, which are calculated by taking into account their proximity to the ideal solution (Si) and their distance from the ideal (Ki-) and anti-ideal (Ki+) solutions; a higher f(K) value indicates a superior overall performance of the respective framework. According to the results of the analysis, A2 (Cypress) with the highest f(K) value (1.31) ranks first, followed by A1 (Selenium) (1.29), A3 (Playwright) (1.27), A5 (Robot Framework) (0.86) and finally A4 (Katalon Studio) with the lowest f(K) value (0.77) in fifth place. This ranking reveals that Cypress is the most suitable framework for test automation projects according to the MARCOS method within the scope of the multi-criteria evaluation criteria defined in the study. At the same time, Katalon Studio shows the lowest performance among the evaluated alternatives.

Table 11. MARCOS Ranking Results

Alternative	Si (Benefit)	Ki- (Ideal)	Ki+ (Anti Ideal)	f(K) (CSI)	Sorting
A2	0.888669	1.31473	0.888669	0.698301	1
A1	0.877354	1.297991	0.877354	0.689411	2
A3	0.863292	1.277187	0.863292	0.678361	3
A4	0.774925	1.146453	0.774925	0.608923	4
A5	0.771848	1.1419	0.771848	0.606505	5

5. CONCLUSION

In this study, a multi-criteria decision-making (MCDM) method is applied to evaluate and rank software test automation tools under different criteria. The results obtained provide a detailed comparison of the strengths and weaknesses of test automation tools commonly used in the industry. This evaluation can guide decision makers to select the best tool for their project requirements.

As a result of the evaluation, **Cypress (A2)** and **Selenium (A1) are** the test automation frameworks with the highest utility value and closeness to the ideal state, respectively. The fact that Cypress ranked first shows its superior performance in criteria such as CI/CD integration, user-friendly structure and parallel test execution, which are important for modern software development processes. Selenium ranked second with its strong browser support, large community and documentation support**. Playwright (A3**) ranked third, performing similarly to Selenium and Cypress. It stands out especially for its modern browser support and parallel test execution capabilities. The widespread use of these tools in the industry also supports the results.

The normalized weights of the criteria used in the study clearly revealed which criteria are more critical in the decision-making process. The highest weights are respectively:

- **Security (C19):** 0.23
- **Team Competence (C20):** 0.12
- **Cost (C5):** 0.08

These results show that security and team competence are the decisive criteria for choosing a test automation framework, especially in large-scale and enterprise projects. The fact that Cypress ranked first shows that it meets these criteria thanks to its security and its structure compatible with modern software development processes.

Katalon Studio (A4) and Robot Framework (A5) received lower scores and ranked fourth and fifth. In particular, Katalon Studio's low performance in areas such as parallel test execution and CI/CD integration, which are critical in modern testing processes, despite its ease of maintenance and low cost advantages, had a negative impact on its ranking.

The results highlight the importance of conducting a specific analysis of project requirements and team competencies when selecting a test automation framework.

In the context of the results, the following strategic recommendations are offered.

- If the project is security-oriented, tools with strong security support such as Selenium or Cypress should be preferred.
- If you need a more user-friendly interface and parallel test execution, Cypress or Playwright may stand out.
- In cases where cost constraints are important, Robot Framework or Katalon Studio can be considered.

In an academic context, this study demonstrates the applicability of MCDM methods in software test automation framework selection. In practical terms, these tools, ranked according to different criteria, provide software teams with information on issues such as cost, efficiency, and compatibility, allowing them to make more informed choices.

Ultimately, the choice of test automation framework will depend on project requirements, team competencies, and organizational priorities. This study's methodology and findings are important references for improving decision-making and enhancing the quality of testing processes.

This study limited its scope to selecting software test automation frameworks for e-commerce organizations operating in Turkey; future research could extend beyond these boundaries to other software projects outside of e-commerce or global-scale projects.

REFERENCES

BotCity. (2024, January 26). *Robot Framework*. BotCity Blog. Retrieved from https://blog.botcity.dev/2024/01/26/robot-framework/

Çelik, E., Eren, S., Cini, E., & Keleş, O. (2017). Software test automation and a sample practice for an enterprise business software. In *2017 International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK)*. https://doi.org/10.1109/UBMK.2017.8093583

Downie, A., & Hayes, M. (2024). What is e-commerce?. *IBM Blog*. IBM Consulting. Retrieved from https://www.ibm.com/think/topics/ecommerce

Esnaashari, M., & Damia, A. H. (2021). Automation of software test data generation using genetic algorithm and reinforcement learning. *Expert Systems with Applications, 183*, 115446. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.115446

Gardini Miguel, P. (2024). Katalon Studio Automation Testing Tool In-Depth Review 2024. *The CTO Club*. Retrieved from https://thectoclub.com/tools/katalon-studio-review

Gazala, S. (2024, April 23). 35 Best Test Automation Frameworks for 2024. *LambdaTest Blog*. Retrieved from https://www.lambdatest.com/blog/best-test-automation-frameworks/

GeeksforGeeks. (2023). Software and its Types. Retrieved from https://www.geeksforgeeks.org/software-and-its-types/

GeeksforGeeks. (2024). What is a Framework?. Retrieved from https://www.geeksforgeeks.org/what-is-a-framework/

Harmancı, F. M., Emektar, M., Öncü, S., & Güngör, N. G. (2025). Major challenges in test automation and expert recommendations: Expert reviews from the industry. *Kaytek Journal of Software Technologies*, Advance online publication. https://doi.org/10.58307/kaytek.1596049

Kahveci Yetiş, A. (2022). *Examination of software test processes and their applications in Jenkins platform (Master's thesis).* Fırat University, Institute of Science and Technology, Elazığ.

Khankhoje, Rohit. (2023). An In-Depth Review of Test Automation Frameworks: Types and Trade-offs. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*. *55-64*. 10.48175/IJARSCT-13108.

Kumar, D., & Mishra, K. K. (2016). *The impacts of test automation on software's cost, quality and time to market*. *Procedia Computer Science, 79*, 8–15. https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.03.003

Lengyel, F. (2025, Mart). *AI agents in software testing and test automation* [Ön baskı]. ResearchGate. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33155.21286

Madenoglu, F. S. (2020). Supplier selection based on balanced score card-AHP-MARCOS methods. *Economics Business and Organization Research, 2*(2), 99–120.

Öztürk, İ. (2022). *Bankacılık Sektöründe Yazılım Test Süreçlerinin Önemi ve Yöntemleri. Bilgisayar Bilimleri Ve Teknolojileri Dergisi*, 3(1), 23-29. https://doi.org/10.54047/bibted.1096773

Raju, S. S. & Leong, W. Y. (2025). *Modernizing testing: A comparative review of test automation frameworks and AI tools*. *INTI Journal*, *2025*(10). https://doi.org/10.61453/INTIj.202510

Turkish Testing Board. (2024). *ISTQB Certified Tester Foundation Level Syllabus*. Retrieved January 6, 2025, from https://www.turkishtestingboard.org/wp-content/uploads/2024/05/ISTQB_CTFL_Syllabus.pdf

Uzun, B. (2019). *Yazılım testi süreç yönetimi ve raporlama sisteminin geliştirilmesi* (Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü). YÖK Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=gdOKi9E8h_Oi88yxw9cW-g&no=04-X6bTvMenc_rw7ZqMQCA

Walker, J. T. (2020). Software test automation with Robot Framework. *International Journal of Computer Applications, 175*(25), 8–14. https://doi.org/10.5120/ijca2020920784

Williams, A. (2022). What is Playwright?. *Built-In*. Retrieved from https://builtin.com/software-engineering-perspectives/playwright

Yener, H. A., Baştürk, F., & Meçik, B. (2019). Productivity increase with software development and test automation: General Mobile. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Dergisi, 1*(1), 172–196.

EFFECT OF NUTRITION EDUCATION ON ADOLESCENT FOOTBALL PLAYERS' KNOWLEDGE LEVEL AND ANTHROPOMETRIC MEASUREMENTS

ADOLESAN FUTBOLCULARDA BESLENME EĞİTİMİNİN BİLGİ DÜZEYİ VE ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLER ÜZERİNE ETKİSİ

Pınar GÖKENSEL OKTA [1], Emine YILDIZ [2]

[1] Yrd. Doç. Dr., Kıbrıs Sağlık ve Toplum Bilimleri Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, 0000-0002-2218-1848

[2] Prof. Dr., Doğu Akdeniz Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, 0000-0002-1144-5641

Özet

Giriş: Beslenmenin sportif başarı üzerindeki etkisi göz önünde bulundurularak, sporcuların beslenme bilgileri ile antropometrik ölçümlerini inceleyen araştırmalar uzun zamandır yürütülmektedir. Amaç: Bu çalışma, beslenme eğitimi öncesi ve sonrası Genel ve Spor Beslenmesi Bilgi Anketi (GeSNK) ile antropometrik ölçümler arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla planlanmıştır. Metod: Çalışma Kıbrıs Türk Futbol Federasyonu (KTFF)'na bağlı olan 10-19 yaş grubu Gazimağusa İlçesi 'nde yer alan Mağusa Türk Gücü (MTG) 'ye kayıtlı olan 30 kontol ve 30 müdahale grubu olmak üzere toplam 60 erkek futbolcu üzerinde yapılmıştır. GeSNK 'nin Türkçe validasyonu beslenme bilgi düzeylerini ölçmek için ve Tanita-MC780 cihazı antropometrik ölçümlerini almak için uygulanmıştır. Anket ve ölçümler, eğitim öncesi ve eğitim verildikten iki ay sonra tekrar uygulanmıştır. Eğitim sadece müdahale grubuna verilerek kontrol grubuna bir eğitim uygulanmamıştır. Çalışma ve kontrol grubu arasındaki karşılaştırmalarda ANCOVA testi yapılmıştır. Bulgular: Eğitim sonrasında, çalışma grubundaki futbolcuların Genel ve Spor Beslenmesi Bilgi Anketinden elde ettikleri toplam skorlar ile alt boyutlara ait puan artışları, kontrol grubuna kıyasla daha yüksektir. Eğitim öncesi ve sonrası ölçümler karşılaştırıldığında, çalışma ve kontrol grubundaki futbolcuların boy uzunluğu, BKİ, bel çevresi ve kalça çevresi değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklar tespit edilmiştir ($p<0,05$). Eğitim sonrasında, müdahale grubundaki futbolcuların BKİ, bel çevresi ve kalça çevresi değerlerinde gözlemlenen azalma, kontrol grubuna kıyasla daha fazladır. Sonuç: Araştırma sonucunda, sporcuların beslenme bilgi düzeylerinin başlangıçta yetersiz olduğu, ancak beslenme eğitimi sonrasında bu düzeyin anlamlı şekilde arttığı belirlenmiştir. Bu doğrultuda, adolesan dönemde büyüme, gelişme ve sportif performansın desteklenmesi açısından doğru beslenme bilincinin kazandırılmasında beslenme eğitimi önemli bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır.

Anahtar kelimeler: Beslenme eğitimi, adolesan sporcu, antropometrik ölçüm

Abstract

Introduction: Considering the effect of nutrition on athletic success, research examining the nutritional information and anthropometric measurements of athletes has been conducted for a long time. Purpose: This study was planned to examine the relationship between the General and Sports Nutrition Knowledge Questionnaire (GeSNK) and anthropometric measurements

before and after nutrition education. Method: The study was conducted on a total of 60 male football players, 30 in the control group and 30 in the intervention group, registered to the Mağusa Türk Gücü (MTG) in the Famagusta District, between the ages of 10-19, which is affiliated with the Cyprus Turkish Football Federation (KTFF). Turkish validation of GeSNK was applied to measure nutritional knowledge levels and Tanita-MC780 device was applied to take anthropometric measurements. The questionnaire and measurements were administered before the education and again two months after the education. Education was given only to the intervention group and no education was applied to the control group. ANCOVA test was performed for comparisons between the study and control groups. Findings: After the education, the total scores and sub-dimensions obtained from the General and Sports Nutrition Knowledge Questionnaire of the football players in the study group were higher compared to the control group. When the pre- and post-education measurements were compared, statistically significant differences were found in the height, BMI, waist circumference and hip circumference values of the football players in the study and control groups ($p<0.05$). After the education, the decrease observed in BMI, waist circumference and hip circumference values of the football players in the intervention group was greater compared to the control group. Conclusion: As a result of the research, it was determined that the nutrition knowledge level of the athletes was insufficient at the beginning, but this level increased significantly after the nutrition education. Conclusion: As a result of the research, it was determined that the nutrition knowledge level of the athletes was insufficient at the beginning, but this level increased significantly after the nutrition education. In this regard, nutrition education emerges as an important necessity in providing awareness of proper nutrition in order to support growth, development and athletic performance during adolescence.

Keywords: Nutrition education, adolescent athlete, anthropometric measurement

SHORT-TERM PSYCHOTHERAPY FOR POST-TRAUMATIC STRESS DISORDER: A CASE STUDY

TRAVMA SONRASI STRES BOZUKLUĞUNA DAİR KISA SÜRELİ PSİKOTERAPİ: BİR OLGU SUNUMU

Zeynep Bengisu ÇETİN[1]

[1]Yüksek Lisans Öğrencisi, İstanbul Altınbaş Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Klinik Psikoloji, https://orcid.org/0009-0007-6538-8519

Özet

Bu olgu sunumu, cinsel travma sonrası travma sonrası stres bozukluğu (TSSB) belirtileri gösteren bir üniversite öğrencisinin, kısa süreli psikoterapi sürecini ele almaktadır. Danışan, romantik ilişkilerde temasla ilgili zorlanmaları nedeniyle başvurmuştur. Travmatik anısı için iki yıl boyunca destek alamamıştır ve semptomlarını anlamlandırmakta zorlandığını belirtmiştir. Danışanda DSM-5 tanı kriterleriyle uyumlu olarak, güven sorunları, somatik belirtiler, disosiyasyon, kaçınma, bilişsel çarpıtmalar ve yoğun suçluluk gibi bulgular gözlemlenmiştir. Terapötik süreç, somatik deneyimleme ve EMDR tekniklerinin bütüncül kullanımıyla planlanmış, toplam 14 seans sürmüştür. İlk aşamada psikoeğitim verilmiş, ardından somatik deneyimleme yoluyla bedensel tepkiler üzerine çalışılmıştır. Son aşama olarak ise EMDR (Göz Hareketleriyle Duyarsızlaştırma) terapisi tekniklerinden faydalanılmıştır. Danışanın travmaya dair temel olumsuz inançları, duyguları ve bedensel duyumları aracılığıyla anıya dair rahatsız edicilik düzeyini düşürme çalışmalarında bulunulmuştur. Danışanın travmaya ilişkin olumsuz inançları "güçsüzüm" ve "kusurluyum" olarak belirlenmiştir.Bu inançlara karşı uyarlanabilir pozitif biliş, "Kendi güçlü, ve güçsüz yönlerimi kabul edebilirim. Elimden geldiğince ihtiyaçlarımı karşılayabilirim." olarak belirlenmiştir. Seansların sonunda, travmatik olayın rahatsız edicilik düzeyi (SUD) 10 üzerinden 9'dan 2'ye düşmüştür. Ayrıca, danışanın, belirlenen pozitif bilişe dair inanç düzeyi (VoC), sürecin başında 1 ile 7 arasında 3 iken süreç sonunda 7'ye yükselmiştir. Danışanın somatik ve disosiyatif belirtilerinde belirgin azalma, ilişkilerdeki güven düzeyinde artış ve suçluluk duygusunda azalma gözlenmiştir. Bu olgu, cinsel travma sonrası ortaya çıkan TSSB belirtilerinin, yıllar sonra bile yapılandırılmış bir psikoterapi süreciyle ele alınabileceğini ve terapötik iyileşmenin mümkün olduğunu göstermektedir. Ayrıca, somatik deneyimleme ve EMDR uygulamalarının birlikte kullanımının, beden-zihin bütünlüğü açısından etkili bir müdahale çerçevesi sunduğu desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Travma, TSSB, EMDR, somatik deneyimleme, psikoterapi

Abstract

This case study presents a brief psychotherapy process of a university student who developed post-traumatic stress disorder (PTSD) symptoms following a sexual trauma. The client sought therapy due to difficulties in physical intimacy within romantic relationships and revealed a history of sexual assault at the age of 18. For two years, she had not received any support and struggled to make sense of her symptoms. According to DSM-5 criteria, the client exhibited cognitive distortions, trust issues, avoidance, somatic symptoms, dissociation, and intense

feelings of guilt and shame. The therapeutic intervention was designed using a combination of Somatic Experiencing and EMDR techniques, conducted over 14 sessions. The therapy began with psychoeducation, continued with somatic work to regulate bodily responses, and concluded with EMDR techniques. EMDR interventions were implemented to reduce the distress linked to the traumatic memory by working through the client's core negative beliefs, emotional responses, and somatic experiences. This intervention was focused on core negative beliefs such as "I am powerless" and "I am defective." These beliefs were gradually replaced with more adaptive and empowering ones. At the end of therapy, the Subjective Units of Disturbance (SUD) related to the traumatic memory decreased from 9 to 2 (on a scale of 0–10). At the beginning of the therapy the client rated the belief of the positive cognition with a VOC (Validity of Cognition) score of 3 which increased to 7 by the end of the process.The client showed significant improvements in bodily and dissociative symptoms, enhanced trust in relationships, and reduced guilt. This case highlights that PTSD symptoms following sexual trauma can be addressed even years after the incident through structured psychotherapy. Furthermore, it supports the effectiveness of integrating Somatic Experiencing and EMDR approaches in promoting mind-body healing in trauma.

Keywords: Trauma, PTSD, EMDR, somatic experiencing, psychotherapy

THE EFFECT OF MATCHA TEA AT DIFFERENT TEMPERATURES ON THE COLOR STABILITY OF COMPOSITE RESINS

FARKLI SICAKLIKLARDAKİ MATCHA ÇAYININ KOMPOZİT REZİNLERİN RENK STABİLİTESİNE ETKİSİ

Elif Nihan KÜÇÜKYILDIZ [1], Betül İŞİNER[2]

[1]Dr. Öğr. Üyesi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Bölümü, 0000-0002-7844-2023

[21]Dr. Öğr. Üyesi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Temel Bilimler , 0000-0002-5338-8817

Özet

Kompozit rezinlerin uzun dönem estetik başarısını etkileyen en önemli faktörlerden biri renk değişimidir. Özellikle sıcaklık gibi çevresel değişkenlerin, renklenmeye katkısı önemli bir araştırma konusudur. Bu çalışmanın amacı, farklı sıcaklıklardaki matcha çayına maruz bırakılan kompozit rezin materyallerin (DX Universal A1) renk stabilitesini değerlendirmektir. Çalışmada 2x8 mm boyutlarında toplam 60 adet kompozit rezin örneği hazırlanmıştır. Örneklerin yüzey bitim işlemleri polisaj diskleri (Kerr OptiDisc) ile gerçekleştirilmiştir. Polimerizasyon sonrasında örnekler etüvde 37°C'de 24 saat bekletilmiştir. Başlangıç renk ölçümleri dijital renk ölçüm cihazı (Vita Easy Shade V) kullanılarak yapılmıştır. Örnekler altı gruba ayrılarak (n=10), sıcak (60°C), oda sıcaklığı (25°C) ve soğuk (4°C) olmak üzere üç farklı sıcaklıktaki matcha çayı çözeltisinde ve üç farklı sıcaklıktaki distile suda 24 saat boyunca bekletilmiştir. Süre sonunda yeniden renk ölçümleri gerçekleştirilmiş ve CIEDE 2000 renk sistemi kullanılarak renk değişim değerleri (ΔE) hesaplanmıştır. Elde edilen veriler Pearson ki-kare testi ile istatistiksel olarak $p<0.05$ anlamlılık düzeyinde analiz edildi. Sıcak distile su grubunda ortalama ΔE değeri 0,32±0,82, sıcak matcha çayı grubunda 2,96±0,37, oda sıcaklığındaki distile su grubunda 0,26±0,02, matcha grubunda 2,14±0,63 ve soğuk distile su grubunda 0,39±0,07 soğuk matcha grubunda 0,59±0,12 olarak bulunmuştur. Sıcak ve oda sıcaklığı matcha gruplarında gözlemlenen renk değişimleri, sıcak ve oda sıcaklığındaki distile su grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0.019$ ve $p=0.02$). Soğuk matcha grubu ile soğuk distile su grubu arasında anlamlı fark tespit edilmemiştir ($p=0.075$). Matcha çayına maruziyet, kompozit rezin materyallerin renk stabilitesini etkilemektedir. Özellikle sıcak ve oda sıcaklığındaki çay, belirgin renk değişimlerine neden olmuştur. Bu bulgular, içecek sıcaklığının estetik restorasyonların uzun dönem başarısı üzerinde dikkate alınması gereken bir faktör olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Matcha Çayı, Renk Değişimi, Kompozit Rezin, Sıcaklık Değişimi

Abstract

One of the most important factors affecting the long-term aesthetic success of composite resins is color change. In particular, the contribution of environmental variables such as temperature to discoloration is an important topic of investigation. The aim of this study is to evaluate the color stability of composite resin materials (DX Universal A1) exposed to matcha tea at different temperatures. A total of 60 composite resin specimens (2x8 mm) were prepared.

Surface finishing procedures were carried out using polishing discs (Kerr OptiDisc). After polymerization, all specimens were stored in an incubator at 37°C for 24 hours. Baseline color measurements were performed using a digital spectrophotometer (Vita Easyshade V). The specimens were then divided into six groups (n=10), and immersed in matcha tea or distilled water at hot (60°C), room (25°C), and cold (4°C) temperatures for 24 hours. After immersion, color measurements were repeated and the color change (ΔE) was calculated using the CIEDE 2000 color system. The data were analyzed using Pearson's chi-square test at a significance level of $p<0.05$. The mean ΔE values were as follows: 0.32±0.82 in the hot distilled water group, 2.96±0.37 in the hot matcha tea group, 0.26±0.02 in the room temperature distilled water group, 2.14±0.63 in the room temperature matcha group, 0.39±0.07 in the cold distilled water group, and 0.59±0.12 in the cold matcha group. Color changes observed in the hot and room temperature matcha groups were statistically significant compared to the respective distilled water groups ($p=0.019$ and $p=0.02$). No significant difference was found between the cold matcha and cold distilled water groups ($p=0.075$). Exposure to matcha tea affects the color stability of composite resin materials. Notably, matcha tea at hot and room temperatures caused significant color changes. These findings suggest that beverage temperature is a factor that should be considered for the long-term success of aesthetic restorations.

Keywords

Matcha Tea, Color Change, Composite Resin, Temperature Variation

INVESTIGATION OF ENVIRONMENTAL AWARENESS LEVELS OF STUDENTS AT SİNOP UNIVERSITY

SİNOP ÜNİVERSİTESİ ÖĞRENCİLERİNİN ÇEVRE BİLİNÇ DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ

Hasip AĞIRÇELİK [1], Muhitdin YILMAZ[2]

[1]Şube Müdürü, Sinop Üniversitesi, Biyoloji, ORCID: 0000-0002-0000-0000

[2]Profesör Doktor, Sinop Üniversitesi, Biyoloji, ORCID: 0000-0002-1733-9719

Özet

Bu çalışma, üniversite öğrencilerinin çevreye yönelik bilinç düzeylerini belirlemek ve bu bilinç düzeylerinin demografik değişkenler bağlamında nasıl farklılık gösterdiğini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Günümüzde çevre sorunlarının giderek artması, çevresel bilinç ve duyarlılığın eğitim kurumlarında daha sistematik şekilde ele alınmasını zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda gerçekleştirilen araştırma, Sinop Üniversitesi'ne bağlı farklı fakülte ve yüksekokullarda öğrenim gören 450 öğrencinin katılımıyla yürütülmüştür. Katılımcıların seçiminde amaçlı örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Araştırmada ilişkisel tarama modeli benimsenmiş olup, veri toplama aracı olarak 24 maddeden oluşan çevre duyarlılığı ölçeği ve demografik bilgi formu kullanılmıştır. Ölçek; hava kirliliği, su kirliliği, toprak kirliliği, ekolojik denge, genel çevre tutumu ve çevre eğitimi alt başlıklarını içermektedir.

Verilerin analizinde bağımsız örneklem t-testi ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, öğrencilerin çevre bilinç düzeyleri cinsiyet, yaş, fakülte ve sınıf düzeyine göre anlamlı farklılıklar göstermektedir. Erkek öğrenciler özellikle hava ve toprak kirliliği alt boyutlarında daha yüksek puanlara sahipken, kadın öğrenciler çevre eğitimi boyutunda daha bilinçlidir. 21 yaş ve altındaki öğrenciler, çevre eğitimi konusunda daha olumlu görüşler bildirmiştir. Fakültelere göre yapılan karşılaştırmalarda ise ilahiyat, mühendislik ve meslek yüksekokulu öğrencilerinin bazı alt boyutlarda daha düşük çevre bilincine sahip oldukları tespit edilmiştir.

Araştırma sonuçları, çevre bilincinin artırılmasında eğitim içeriklerinin kalitesinin ve bireysel farklılıkların dikkate alınmasının önemini ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda, çevre eğitiminin okul müfredatlarında daha geniş yer bulması, öğrenci merkezli projelerin desteklenmesi ve disiplinlerarası çevre bilinci çalışmalarının artırılması önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Çevre bilinci, çevre duyarlılığı, çevre eğitimi, üniversite öğrencileri, çevre sorunları

Abstract

This study was conducted to determine university students' levels of environmental awareness and to investigate how these levels differ according to various demographic variables. With the increasing importance of environmental problems globally, addressing environmental awareness and sensitivity systematically within educational institutions has become essential. The research was carried out with the participation of 450 students randomly selected from six

different faculties and schools at Sinop University. Purposeful sampling was used to select participants, and a correlational survey model was employed. Data were collected through a demographic information form and a 24-item environmental sensitivity scale, which includes sub-dimensions such as air pollution, water pollution, soil pollution, ecological balance, general environmental attitudes, and environmental education.

Independent samples t-test and one-way analysis of variance (ANOVA) were used to analyze the data. The findings revealed significant differences in students' levels of environmental awareness based on gender, age, academic department, and class level. Male students scored higher in air and soil pollution dimensions, while female students were more conscious in the environmental education dimension. Students aged 21 and under showed more positive opinions regarding the adequacy of environmental education. Comparison by departments indicated that students in theology, engineering, and vocational schools had lower awareness levels in some sub-dimensions.

These results underline the importance of incorporating environmental education content in the curriculum while considering individual differences among students. It is recommended to expand environmental education in formal curricula, support student-centered projects, and increase interdisciplinary studies on environmental awareness to foster a more environmentally conscious generation.

Keywords: Environmental awareness, environmental sensitivity, environmental education, university students, environmental issues

INVESTIGATION OF HEAVY METAL POLLUTION IN SINOP PROVINCE KARASU STREAM SEDIMENTS

SİNOP İLİ KARASU DERESİ SEDİMENTLERİNDE AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN İNCELENMESİ

İlknur KARAAĞAÇ[1], Muhitdin YILMAZ[2]

[1]Yüksek Lisans Öğrencisi, Sinop Üniversitesi, Biyoloji, ORCID: 0009-0004-9838-2963

[2]Profesör Doktor, Sinop Üniversitesi, Biyoloji, , ORCID: 0000-0002-1733-9719

Özet

Bu çalışma, Sinop ilinde bulunan Karasu Deresi'nin sediment kalitesini değerlendirmek ve olası kirlilik kaynaklarını belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Nisan-Eylül 2023 döneminde üç farklı istasyondan toplanan sediment örneklerinde ağır metal, organik kirletici ve besin maddesi analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları, dere su kalitesinin insan faaliyetlerinden, özellikle yerleşim yerlerinden kaynaklanan kirlilik kaynaklarından etkilendiğini göstermektedir. Yerleşim yerlerine yakın olan İstasyon 2'de ağır metaller, organik kirleticiler ve besin maddeleri bakımından en yüksek konsantrasyonlar ölçülmüştür. Dere kaynağına yakın olan İstasyon 1'de ise kirletici konsantrasyonları daha düşüktür. Bu durum, İstasyon 1'in insan faaliyetlerinden nispeten uzak ve doğal koşulların daha baskın olduğu bir nokta olmasından kaynaklanmaktadır. Çalışma sonuçları, Karasu Deresi'nin su kalitesinin korunması ve iyileştirilmesi için gerekli önlemlerin alınması gerektiğini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sediment, Karasu Deresi, ağır metal, kirlilik

Abstract

This study was conducted to assess the sediment quality of Karasu Stream, located in Sinop province, and to identify potential pollution sources. Sediment samples collected from three different stations during the period of April-September 2023 were analyzed for heavy metals, organic pollutants, and nutrients. The results of the analysis show that the water quality of the stream is affected by human activities, especially pollution sources originating from residential areas. The highest concentrations of heavy metals, organic pollutants, and nutrients were measured at Station 2, which is close to residential areas. The concentrations of pollutants are lower at Station 1, which is close to the source of the stream. This is because Station 1 is relatively far from human activities and natural conditions are more dominant. The results of the study emphasize the need to take necessary measures to protect and improve the water quality of Karasu Stream.

Keywords: Sediment, Karasu Stream, heavy metal, pollution

A STUDY OF KOROVKIN-TYPE THEORY FOR POWER SERIES STATISTICAL K_a-CONVERGENCE ON INFINITE INTERVAL

Sevda YILDIZ[1], Fadime DİRİK[2], Kamil DEMİRCİ[3]

[1]Assoc. Dr., Sinop University, Mathematics, 0000-0002-4730-2271

[2]Prof. Dr., Sinop University, Mathematics, 0000-0002-9316-9037

[3]Prof. Dr., Sinop University, Mathematics, 0000-0002-5976-9768

Abstract

In the field of approximation theory, Korovkin's framework occupies a central position, providing fundamental insights into the uniform approximation of continuous functions via sequences of positive linear operators. The significance of Korovkin-type theorems lies in their remarkable ability to establish minimal sufficient conditions under which various operator sequences converge to the identity operator. This is a cornerstone result with far-reaching implications across mathematical analysis. The ongoing development of Korovkin-type results is remarkable for its adaptability, with each new extension revealing deeper connections between operator theory, summability methods, and functional analysis. In this presentation a new extension of Korovkin-type approximation theorems by introducing power series statistical K_a-convergence, a novel approach that unifies the method of power series statistical convergence with K_a-convergence in the context of approximation. While the authors established foundational results on K_a-convergence in Korovkin type approximation, our work advances this theory by incorporating statistical convergence with respect to the power series method, particularly for functions defined on infinite intervals. Our approach provides a more flexible tool for analyzing the approximation behavior of positive linear operators in non-compact settings, where classical convergence methods may fail. Additionally, we derive rates of convergence and discuss the relationship between our method and existing approximation techniques.

Anahtar kelimeler: Statistical convergence, power series method, K_a-convergence, Korovkin theorem

USE OF Q-DOT INCLUSIONED BACTERIAL CELLULOSE BASED ADSORBENT IN THE DETERMINATION OF CHROMIUM(VI)

Q-DOT KATKILI BAKTERİYEL SELÜLOZ TABANLI ADSORBENTİN KROM(VI) TAYİNİNİNDE KULLANIMI

Elif Gizem SAYGILI[1], Ebru BİRLİK ÖZKÜTÜK[2]

[1]Yüksek Lisans Öğrencisi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Bölümü, [ORCID: 0009-0001-2013-0772]

[2]Prof. Dr., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, [ORCID : 0000-0002-6407-5656]

Özet

Krom, deri sanayi, tekstil, metalurji, elektrokaplama, boya ve pigment üretimi, kağıt hamuru ve kağıt üretimi, madencilik ve petrol sanayi gibi çeşitli endüstriyel sektörlerde yaygın olarak kullanılan bir elementtir. Canlı organizmalara deri, solunum ve sindirim yolları aracılığıyla girebilen krom, toksik etkiler yaratabilmektedir. Kromun farklı oksidasyon durumları arasında Cr(III) ve Cr(VI) önemli farklılıklar göstermektedir. Cr(VI), güçlü bir oksidant olarak biyolojik sistemlerde daha yüksek reaktivite sergilerken, Cr(III) bu tür bir oksidasyon özelliği göstermemektedir. Ayrıca, +6 değerlikli krom iyonları, +3 değerlikli iyonlara kıyasla hücre zarından daha kolay geçiş sağlayarak biyolojik sistemler üzerinde daha yüksek toksisiteye neden olmaktadır. Sanayi sektöründe kromun yoğun kullanımı, atık sular aracılığıyla çevreye önemli miktarda krom salınımına neden olmaktadır. Bakteriyel selüloz, belirli bakteriler tarafından sentezlenen saf bir selüloz formu olup, bitkisel selüloz ile aynı kimyasal yapıya sahiptir. Bununla birlikte, yüksek saflık derecesi, üstün mekanik dayanıklılık, yüksek su tutma kapasitesi ve ince fibril yapısı gibi avantajlarıyla ön plana çıkmaktadır. Bakteriyel selüloz üretimi genellikle *Gluconacetobacter xylinus* gibi asetik asit bakterileri aracılığıyla, uygun besiyerlerinde gerçekleştirilen fermantasyon süreci ile sağlanmaktadır. Üretim verimliliği, kullanılan karbon kaynağına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu çalışmada, Cr(VI) iyonlarının su ekosistemleri ve canlı sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinin giderilmesine yönelik olarak Q-dot katkılı bakteriyel selüloz kullanılarak bir deneysel çalışma gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada; biyopolimerik bir matris olan bakteriyel selüloz (BC) ile Eu(III) kompleksleştirilmiştir. Elde edilen kompleks, kuantum noktaları (Quantum Dots - QD) ile katkılanmıştır. Hazırlanan adsorban karakterizasyonu Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) ile gerçekleştirilmiştir. Ağır metal tayinininde ise Ultraviyole-Görünür Işık Spektrofotometresi (UV-VIS) ve İndüktif Eşleşmeli Plazma-Kütle Spektrometresi (ICP-MS) yöntemleri kullanılmıştır. Adsorbanın performansını değerlendirmek için; optimum pH, derişim, denge zamanı, seçicilik parametreleri incelenmiştir. Bu kapsamda, Q-dot katkılı bakteriyel selüloz tabanlı adsorbanın Cr(VI) tayininde potansiyel bir adsorban olarak değerlendirilmesi, çevresel ve endüstriyel açıdan büyük önem taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: Bakteriyel Selüloz, Ağır Metal Giderimi, Adsorpsiyon, Atık Su

Abstract

Chromium is a widely used element in various industrial sectors, including the leather industry, textile manufacturing, metallurgy, electroplating, paint and pigment production, pulp and paper manufacturing, mining, and the petroleum industry. Chromium can enter living organisms through dermal contact, inhalation, and ingestion, and may exert toxic effects. Among the different oxidation states of chromium, Cr(III) and Cr(VI) exhibit significant differences. Cr(VI), as a strong oxidizing agent, demonstrates higher reactivity in biological systems, whereas Cr(III) does not possess such oxidative properties. Furthermore, hexavalent chromium ions (+6) are more capable of penetrating cell membranes compared to trivalent ions (+3), resulting in greater toxicity to biological systems. The extensive use of chromium in industrial sectors leads to the release of significant amounts of chromium into the environment through wastewater. Bacterial cellulose (BC), a pure form of cellulose synthesized by certain bacteria, has the same chemical structure as plant-derived cellulose. However, it stands out due to its high purity, superior mechanical strength, high water retention capacity, and fine fibrillar network. Bacterial cellulose is typically produced via fermentation using acetic acid bacteria such as *Gluconacetobacter xylinus* in suitable culture media, and the production yield varies depending on the carbon source used. In this study, an experimental approach was employed to mitigate the adverse effects of Cr(VI) ions on aquatic ecosystems and living organisms by using quantum dot (Q-dot) enhanced bacterial cellulose. In the first step, bacterial cellulose (BC), a biopolymeric matrix, was complexed with Eu(III). The obtained complex was then doped with quantum dots (QDs). The prepared adsorbent was characterized using Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR). For heavy metal determination, Ultraviolet-Visible Spectrophotometry (UV-VIS) and Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) were employed. To evaluate the performance of the adsorbent, parameters such as optimum pH, concentration, equilibrium time, and selectivity were investigated. In this context, the evaluation of the Q-dot-enhanced bacterial cellulose-based adsorbent as a potential material for Cr(VI) determination is of great environmental and industrial significance.

Keywords: Bacterial Cellulose, Heavy Metal Removal, Adsorption, Waste water

EFFECT OF ACTIVATOR-BINDER RATIOS ON SULFURIC ACID RESISTANCE AND MECHANICAL PROPERTIES OF SLAG BASED GEOPOLYMER MORTARS

AKTİVATOR-BAĞLAYICI ORANLARININ CÜRUF ESASLI GEOPOLİMER HARÇLARIN SÜLFÜRİK ASİT DİRENCİ VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Mahmoud ZIADA

Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Aydın Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği, 0000-0003-2986-6759

ÖZET

Öğütülmüş granüle yüksek fırın cürufu son zamanlarda çimento karışımlarında yoğun olarak kullanılmaktadır. Ayrıca cürufun geopolimer üretiminde tek bağlayıcı malzeme olarak kullanılması da önem kazanmıştır. Bu kullanımlar çimento kullanımını azaltmayı ve dolayısıyla karbondioksit emisyonunun neden olduğu küresel ısınma etkilerini azaltmayı amaçlamaktadır. Bu çalışmada öğütülmüş granüle yüksek fırın cürufu, geopolimer harcın bağlayıcı malzemesi olarak seçilmiştir. Çalışmada üretilen geopolimer harçlarda alkali aktivatörler kullanılmıştır. Ayrıca iki farklı aktivatör-bağlayıcı oranı, 0,65 ve 0,70 kullanılarak cüruf esaslı geopolimer harçlar üzerinde aktivatör-bağlayıcı oranlarının etkileri araştırılmış ve üretilen harç numuneleri ortam sıcaklığında 28 gün boyunca kür edilmiştir. Ayrıca bu cüruf esaslı geopolimer harç numuneleri %5'lik konsantre sülfürik asit çözeltisine daldırılmış ve sülfürik asidin üzerlerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmadaki deneyler sülfürik asit maruziyetinden önce ve sonra uygulanmıştır. Öncelikle, 28 gün ortam sıcaklığında kürlenen ve aside maruz bırakılmayan geopolimer harç numunelerinin su emme ve boşluk oranı yüzdeleri elde edilmiştir. Ayrıca, cüruf esaslı geopolimer harç numunelerinde basınç dayanımı ve eğilme dayanımı deneyleri yapılmıştır. Daha sonra, 14 ve 28 gün boyunca sülfürik asitte daldırılan geopolimer harç numunelerinin basınç ve eğilme dayanımları elde edilmiştir. Sonuç olarak, cüruf bazlı geopolimer harç numunelerinin ortam sıcaklığında 32 MPa'ya kadar basınç dayanımı kazanabileceği görülmüştür. Ayrıca, aktivatör-bağlayıcı oranı 0.70'ten 0.65'e düşürüldüğünde geopolimer harç numunelerinin sülfürik asit direncinin ve mekanik özelliklerinin iyileştiği bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Cüruf, Geopolimer, Sülfürik asit, Mekanik özellikler

ABSTRACT

Ground granulated blast-furnace slag has recently been used extensively in cement mixtures. In addition, the use of slag as the sole binder material in geopolymer production has also gained importance. These uses aim to reduce cement use and thus reduce the global warming effects caused by carbon dioxide emissions. In this study, ground granulated blast-furnace slag was selected as the binder material of geopolymer mortar. Alkaline activators were used in the geopolymer mortars produced in the study. In addition, the effects of activator-binder ratios on slag-based geopolymer mortars were investigated by using two different activator-binder ratios, 0.65 and 0.70, and the produced mortar samples were cured at ambient temperature for 28 days. In addition, these slag-based geopolymer mortar samples were immersed in 5% concentrated sulfuric acid solution, and the effect of sulfuric acid on them was investigated. The experiments

in this study were applied before and after sulfuric acid exposure. First, the water absorption and void ratio percentages of geopolymer mortar samples that were cured at ambient temperature for 28 days and not exposed to sulfuric acid were obtained. In addition, compressive strength and flexural strength tests were performed on slag-based geopolymer mortar specimens. Then, the compressive and flexural strengths of geopolymer mortar samples immersed in sulfuric acid for 14 and 28 days were obtained. As a result, it was observed that slag-based geopolymer mortar samples could gain compressive strength up to 32 MPa at ambient temperature. In addition, it was found that the sulfuric acid resistance and mechanical properties of geopolymer mortar samples were improved when the activator-binder ratio was reduced from 0.70 to 0.65.

Keywords: Slag, Geopolymer, Sulfuric acid, Mechanical properties

DEEP LEARNING BASED CLASSIFICATION OF FLOWER SPECIES: CNN VS VIT

DERİN ÖĞRENME YAKLAŞIMI İLE ÇİÇEK TÜRLERİNİN SINIFLANDIRILMASI: CNN VS VİT

Mustafa YURDAKUL[1], Şakir TAŞDEMİR[2]

[1]Res. Assist, Kırıkkale University, Computer Engineering Dept,
https://orcid.org/0000-0003-0562-4931
[2]Prof.Dr, Selçuk University, Computer Engineering Dept.,
https://orcid.org/0000-0002-2433-246X

Özet

Bu çalışmada, çiçek türlerinin sınıflandırılması amacıyla Konvolüsyonel Sinir Ağları (CNN) ve Vision Transformer (ViT) tabanlı derin öğrenme modelleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. 16 farklı çiçek türü içeren ve toplamda 15.742 görüntüden oluşan açık kaynaklı bir veri kümesi kullanılmıştır. CNN grubunda MobileNet, DenseNet-121 ve Xception; ViT grubunda ise Swin Transformer, MaxViT ve DeiT mimarileri değerlendirilmiştir. Tüm modeller, transfer öğrenme yöntemiyle aynı eğitim parametreleri altında eğitilmiş ve doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1-skoru gibi performans metrikleri ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, DenseNet-121 ve MaxViT modelleri sırasıyla CNN ve ViT kategorilerinde en yüksek doğruluk oranlarına ulaşmıştır. CNN modelleri mobil uygulamalar için daha uygunken, ViT modelleri karmaşık sınıflandırmalarda üstün başarı göstermiştir. Çalışma sonucunda, çiçek sınıflandırma problemlerinde her iki mimari türünün de güçlü yönlere sahip olduğu ve uygulama amacına göre model tercihi yapılması gerektiği ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: Çiçek Tanıma, CNN, ViT, Derin Öğrenme, Sinir Ağı

Abstract

Convolutional Neural Networks (CNN) and Vision Transformer (ViT) based deep learning models are comparatively analyzed in this study for the classification of flower species. An open source dataset of 15,742 images containing 16 different flower species was utilized. MobileNet, DenseNet-121 and Xception were evaluated in the case of CNN, while Swin Transformer, MaxViT and DeiT architectures were evaluated in the case of ViT. All the models were trained with the transfer learning method under the same training parameters and compared with performance metrics such as accuracy, precision, sensitivity and F1-score. The results show that DenseNet-121 and MaxViT models achieved the highest accuracy rates in CNN and ViT categories, respectively. While CNN models are more suitable for mobile applications, ViT models have shown superior success in complex classifications. As a result of the study, it is revealed that both types of architectures have strengths in flower classification problems and it is necessary to choose a model according to the application purpose.

Keywords: Flower Recognition, CNN, ViT, Deep Learning, Neural Network

1. INTRODUCTION

The classification of flowers is an area of research in both botanical science and artificial intelligence-based image processing systems(Almogdady, Manaseer, & Hiary, 2018; Angelova, Zhu, & Lin, 2013; Hsu, Lee, & Chen, 2011; Tiay, Benyaphaichit, & Riyamongkol, 2014; Zou & Nagy, 2004). It has been known that there are more than 400,000 flower species worldwide, and accurately recognizing and classifying different species among such diversity is a challenging task even for human experts(Gogul & Kumar, 2017; Redman, Dole, Maness, & Anderson, 2002). Conventional classification methods based on visual features such as color, shape and texture are insufficient due to the high similarity between flower species. Consequently, the need for computer-aided and artificial intelligence-based classification systems is increasing day by day. In the recent years, deep learning-based methods, especially CNN, have achieved striking success in the field of image classification. More than 95% accuracy has been achieved in flower classification problems using predefined CNN architectures (such as MobileNet, DenseNet-121, Xception) trained by transfer learning and fine-tuning methods(Gogul & Kumar, 2017; Nair, Arjun, Abhishek, Abhinav, & Madhavan, 2024; Nguyen et al., 2016). The integration of these models into mobile devices has made it possible to use them in real-time applications. But CNN architectures have limitations in modeling long-range relationships over the whole image, as they process the information in the image through local receptive fields(Geetha, Sobia, Santhi, & Ahilan, 2025; Lei, Wang, Lei, Li, & Rong, 2025). In order to overcome this limitation, ViT have been introduced in the literature as a novel approach. Unlike CNNs, ViT architectures utilize self-attention mechanisms to model the relationships between all areas within the image and thus achieve a more comprehensive spatial representation. In particular, architectures such as Multi-Axis Vision Transformer (MaxViT), Swin Transformer and Data-efficient Image Transformer (DeiT) have achieved promising results in different vision recognition problems. In this study, we aim to compare CNN and Vision Transformer architectures for the flower recognition task. Using an existing publicly available dataset of 16 different flower types and more than 15,000 images, both sets of models will be trained and tested under similar experimental conditions. In addition to classification performance metrics such as accuracy, precision, recall, F1-score, computational efficiency metrics such as number of model parameters and processing time are evaluated. The findings will reveal which architecture is more advantageous in flower recognition applications, especially in mobile or embedded systems.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Dataset

In this paper, CNN and ViT based models are comparatively evaluated for the classification of flower species. The experiments were performed on an publicly avaible image dataset containing 15,742 samples of 16 different flower species(Flowers Dataset, 2025). All images were rescaled to 224×224 resolution and used in RGB format. The dataset is divided into training (80%), validation (10%) and testing (10%). The dataset can be acceses following link. https://www.kaggle.com/datasets/l3llff/flowers

Table 1i Distrbutions of Dataset

Flower	Train	Test	Validation	Total
Astilbe	589	75	73	739
Bellflower	698	88	87	873

Black-eyed Susan	800	100	100	1000
Calendula	782	99	97	978
California Poppy	817	103	102	1022
Carnation	738	93	92	923
Common Daisy	784	98	98	980
Coreopsis	837	106	104	1047
Dandelion	841	106	105	1052
Daffodil	776	97	97	970
Iris	843	106	105	1054
Magnolia	838	106	104	1048
Rose	799	101	99	999
Sunflower	821	104	102	1027
Tulip	838	106	104	1048
Water Lily	785	99	98	982
Total	**12586**	**1587**	**1567**	**15742**

The dataset used in the study consists of a total of 15,742 high-resolution images, each belonging to a different flower variety. The data distribution is shown in Table 1. The images are suitable for testing the generalization capability of the model with various lighting and background conditions. The training data was subjected to online data augmentation techniques. In this context, operations such as rotation, horizontal-vertical panning, cutting and zooming were performed. Sample images are shown in Figure 1.



Fig. 1. Sample Images From the Dataset

2.2. Deep Learning Models

CNN Based Models:

- **MobileNet:** A lightweight architecture using depthwise separable convolution optimized for embedded systems and mobile devices.
- **DenseNet-121:** A CNN architecture that improves parameter efficiency and promotes feature sharing through dense connections.
- **Xception:** A large-scale model that uses deep separable convolutions with reverse Inception logic, providing high accuracy.

Transformer Based Models:

- **Swin Transformer:** It is an architecture that processes the image with a sliding window mechanism, effectively combining local and global context.
- **MaxViT:** It is an up-to-date ViT architecture that utilizes in-channel and out-of-channel attention mechanisms simultaneously and offers strong performance with its multi-axis attention structure.
- **DeiT :** A lightweight and efficient transformer approach that enables effective learning with less data.

2.3 Experimental Setup

All models were trained by transfer learning using weights previously trained with the ImageNet dataset. CNN-based models were fine-tuned by freezing the first convolution layers at different rates (0%, 25%, 50%, 75%). Transformer-based models were trained by directly adapting the last layers. The following common parameters were used in the training process:

- Number of epochs 50
- Batch size 32
- Optimization algorithms: SGD, Adam, Adamax
- Loss function: Categorical Cross-Entropy

2.4 Evaluation Tecnique

All models were evaluated on the test dataset using objective measures such as accuracy, precision, recall, F1-score, which are appropriate for multi-class classification problems.

3. RESULTS

In this study, three CNN architectures (MobileNet, DenseNet-121, Xception) and three different ViT architectures (Swin Transformer, MaxViT, DeiT) were trained and tested on a 16-class flower dataset. All models were evaluated using transfer learning under the same training parameters and compared using metrics such as accuracy, precision, recall and F1-score.

3.1 CNN Results

In the experiments, the highest success was achieved with the DenseNet-121 architecture. Trained using the GAP layer and SGD optimization algorithm, the model achieved 95.84% accuracy, 96.00% precision, 96.00% recall and 96.00% F1-score. Other CNN architectures showed similarly high success rates. CNN classification results are presented in Table 2.

Table 2. Classification performance of CNN-based models

Model	Accuracy (%)	Precision	Recall	F1-Score
DenseNet-121	95.84	0.96	0.96	0.96
MobileNet	95.58	0.96	0.96	0.96
Xception	95.33	0.95	0.95	0.95

3.2 ViT Results

Transformer architectures also showed high performance in flower classification. The highest accuracy rate was obtained with MaxViT. ViT architectures showed stronger parsing performance than CNN models, especially for some species. ViT classification results are shown in Table 3.

Table 3. Classification performance of ViT-based models

Model	Accuracy (%)	Precision	Recall	F1-Score
MaxViT	96.02	0.96	0.96	0.96
Swin Transformer	95.78	0.95	0.96	0.95
DeiT	94.90	0.95	0.94	0.94

CNN architectures showed good results, especially with transfer learning, while Transformer architectures outperformed in some classes due to more powerful feature extraction. The MaxViT model gave the best results in terms of overall accuracy, while DenseNet-121 provided consistent results with its simple structure and high performance.

4. CONCLUSION

In this study, CNN and ViT based models were comparatively evaluated for the classification of flower varieties. As a result of the experiments, the DenseNet-121 model gave the most successful results with 95.84% accuracy in the CNN group, while the MaxViT model gave the best results with 96.02% accuracy in the ViT group. While CNN architectures provide advantages especially in mobile applications thanks to their lower computational complexity and simpler structure, ViT architectures showed higher recognition success in some visually similar classes with more powerful attention mechanisms. However, the fact that more data and hardware resources are required for training transformer-based models is a limitation that needs to be considered in practical applications. In addition, class confusion was observed in the models due to the fact that some flower species have very similar visual characteristics. Therefore, it is necessary to develop data augmentation or special attention modules with more examples for similar classes. In future studies, it is recommended to evaluate model performance not only in terms of accuracy but also in terms of explainability (XAI) and energy efficiency.

5. REFERENCES

Almogdady, H., Manaseer, S., & Hiary, H. (2018). A flower recognition system based on image processing and neural networks. *Int. J. Sci. Technol. Res, 7*(11), 166-173.

Angelova, A., Zhu, S., & Lin, Y. (2013). *Image segmentation for large-scale subcategory flower recognition.* Paper presented at the 2013 IEEE Workshop on Applications of Computer Vision (WACV).

Flowers Dataset, 2025, https://www.kaggle.com/datasets/l3llff/flowers

Geetha, A., Sobia, M. C., Santhi, D., & Ahilan, A. (2025). DEEP GD: Deep learning based snapshot ensemble CNN with EfficientNet for glaucoma detection. *Biomedical Signal Processing and Control*, *100*, 106989.

Gogul, I., & Kumar, V. S. (2017). *Flower species recognition system using convolution neural networks and transfer learning.* Paper presented at the 2017 fourth international conference on signal processing, communication and networking (ICSCN).

Hsu, T.-H., Lee, C.-H., & Chen, L.-H. (2011). An interactive flower image recognition system. *Multimedia Tools and Applications*, *53*(1), 53-73.

Lei, J., Wang, H., Lei, Z., Li, J., & Rong, S. (2025). CNN–Transformer Hybrid Architecture for Underwater Sonar Image Segmentation. *Remote Sensing*, *17*(4), 707.

Nair, B. B., Arjun, B., Abhishek, S., Abhinav, N., & Madhavan, V. (2024). *Classification of Indian Medicinal Flowers using MobileNetV2.* Paper presented at the 2024 11th International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom).

Nguyen, T. T. N., Le, V., Le, T., Hai, V., Pantuwong, N., & Yagi, Y. (2016). *Flower species identification using deep convolutional neural networks.* Paper presented at the AUN/SEED-Net Regional Conference for Computer and Information Engineering.

Redman, P. B., Dole, J. M., Maness, N. O., & Anderson, J. A. (2002). Postharvest handling of nine specialty cut flower species. *Scientia Horticulturae*, *92*(3-4), 293-303.

Tiay, T., Benyaphaichit, P., & Riyamongkol, P. (2014). *Flower recognition system based on image processing.* Paper presented at the 2014 Third ICT International Student Project Conference (ICT-ISPC).

Zou, J., & Nagy, G. (2004). *Evaluation of model-based interactive flower recognition.* Paper presented at the Proceedings of the 17th International Conference on Pattern Recognition, 2004. ICPR 2004.

DEEP LEARNING AND INTERNET OF THINGS COMMON USE CASES AND APPLICATION POTENTIAL

DERİN ÖĞRENME VE NESNELERİN İNTERNETİ ORTAK KULLANIM ALANLARI VE UYGULAMA POTANSİYELİ

Mustafa YURDAKUL[1], Şakir TAŞDEMİR[2]

[1]Res. Assist, Kırıkkale University, Computer Engineering Dept,
https://orcid.org/0000-0003-0562-4931
[2]Prof.Dr, Selçuk University, Computer Engineering Dept.,
https://orcid.org/0000-0002-2433-246X

Özet

Bu çalışma, Derin Öğrenme (Deep Learning) ve Nesnelerin İnterneti (Internet of Things - IoT) teknolojilerinin entegrasyonunu ve bu entegrasyonun sunduğu uygulama potansiyelini incelemektedir. IoT cihazları aracılığıyla fiziksel çevreden sürekli olarak toplanan veriler, büyük hacimli, çeşitli ve çoğu zaman yapısal olmayan bir formdadır. Bu verilerin etkili biçimde analiz edilebilmesi için güçlü yapay zeka tekniklerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu noktada derin öğrenme algoritmaları, özellikle sınıflandırma, tahminleme ve anomali tespiti gibi görevlerde yüksek performans sunarak önemli katkı sağlamaktadır. Çalışmada sırasıyla IoT ile veri toplama süreci, verilerin ön işlenmesi, derin öğrenme ile analiz aşamaları ve uygulama alanları incelenmiştir. Akıllı tarım, sağlık teknolojileri, endüstriyel otomasyon ve akıllı şehir uygulamaları gibi çeşitli senaryolar üzerinden bu teknolojilerin birlikte kullanımının faydaları değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, derin öğrenme ve IoT entegrasyonunun bağlama duyarlı, otonom ve ölçeklenebilir sistemler geliştirmek için güçlü bir altyapı sunduğunu göstermektedir. Gelecekte bu entegrasyonun, uç bilişim, veri güvenliği ve enerji verimliliği gibi unsurlarla daha da geliştirilmesi önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Derin Öğrenme, Nesnelerin Interneti, Kablosuz Bağlantı, Makine Öğrenmesi, Sinir Ağları

Abstract

In this paper, Deep Learning and Internet of Things (IoT) technologies are integrated and the application potential this integration provides is analyzed. The data constantly collected from the physical environment through IoT devices is massive, diverse and often unstructured. To analyze such data effectively, powerful artificial intelligence techniques are needed. At this point, deep learning algorithms make a significant contribution by providing high performance especially in tasks such as classification, prediction and anomaly detection. In this study, the data collection process with IoT, data pre-processing, analysis stages with deep learning and application areas are examined respectively. The benefits of using these technologies together are evaluated through various scenarios such as smart agriculture, healthcare technologies, industrial automation and smart city applications. The results show that the integration of deep learning and IoT offers a powerful infrastructure for developing context-aware, autonomous

and scalable systems. In the future, it is recommended that this integration be further enhanced with elements such as edge computing, data security and energy efficiency.

Keywords: Deep Learning, Internet of Things, Machine Learning, Neural Networks, Wireless Connectivity

1. INTRODUCTION

In recent years, the digital transformation process, the rapid increase in data production and the need to make sense of this data have accelerated the development of many new technologies(Kagermann, 2014; Nadkarni & Prügl, 2021). Deep Learning and the Internet of Things (IoT), two prominent areas among these technologies(Nambisan, Wright, & Feldman, 2019), complement each other, enabling the design of smarter and more efficient systems. While deep learning can extract information from complex data with high accuracy using multi-layered artificial neural networks, IoT connects physical objects to the internet, enabling real-time data collection, monitoring and interaction(Erişen, 2022; FAROOQ & AHMAD, 2024). The large volumes of data collected by IoT systems are often heterogeneous, continuously flowing and dynamic, and are very difficult to analyse with traditional data processing methods. This is where deep learning algorithms come into play, enabling high-level information extraction from a wide variety of sensor data such as image, sound, temperature, humidity, motion(Hiriyannaiah, Akanksh, Koushik, Siddesh, & Srinivasa, 2020). Deep learning-based models can predict events, detect anomalies, perform classification and even perform certain tasks autonomously(Pawar & Attar, 2019). In this way, IoT systems are becoming intelligent structures that not only collect data, but also decide, learn and react. The combination of these technologies offers significant advantages in many areas such as smart cities, healthcare, industrial automation, agriculture, transport and energy management. For example, in a production facility, data from IoT sensors integrated into machines can be analysed through deep learning models to predict malfunctions, making maintenance processes more efficient. Similarly, data from camera and audio sensors in smart home systems can be analysed with deep learning to detect security threats in advance. In this paper, the common areas of use of deep learning and IoT technologies will be comprehensively analysed, application examples will be presented, and the areas where these two technologies have more potential together in the future will be evaluated. Thus, it will shed light on how this interdisciplinary integrated approach creates a transformational effect in the world of technology.

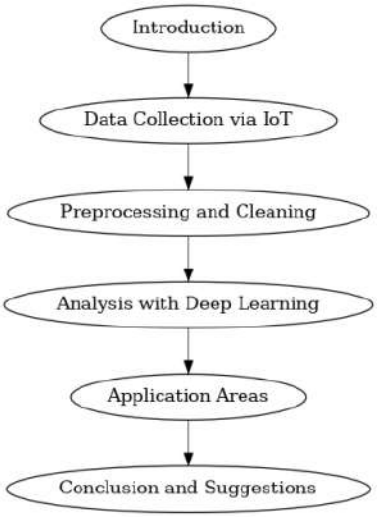


Fig. 1. Flowchart of the proposed review study

2. DATA COLLECTION VIA IOT

With the integration of IoT technology into various systems, it has become possible to collect real-time and autonomous data from the physical environment(Kyriazis & Varvarigou, 2013; Philip, Alpcan, Jin, & Palaniswami, 2018). IoT devices such as sensors, RFID tags, cameras and embedded systems have the capacity to continuously monitor temperature, humidity, motion, sound, pressure, image and other environmental or biological variables(Jacob Rodrigues, Postolache, & Cercas, 2020). This real-time data collection process represents the first and most critical step in building intelligent systems with deep learning capabilities. IoT-based data collection systems are typically distributed, low-cost and energy-efficient.

3. PREPROCESSING AND CLEANING

The data coming directly from IoT devices is often raw, noisy and incomplete. Therefore, the data must be pre-processed before being fed into deep learning models. During this process, abnormal values are removed, missing data is filled, data is normalized and converted into appropriate formats. Moreover, synchronization and timestamp matching of multimodal data from different sources is achieved. By integrating image, sound and sensor data into a common data structure, the analysis process can run smoothly. A fundamental preparatory step that has a direct impact on model performance.

4. ANALYSIS WITH DEEP LEARNING

The data that is collected and pre-processed from IoT devices is then analyzed by deep learning algorithms to transform it into meaningful information(Kaya, Erdem, & Güneş, 2021). These algorithms are quite successful in learning patterns in large and complex datasets. CNN for image-based data, LSTM networks for time series data, and Transformer-based structures for multiple data types can be used(Zheng et al., 2023). Deep learning models can perform tasks such as object detection, event classification, anomaly detection and predictive maintenance with high accuracy. For example, machine failures in a factory are predicted by analyzing vibration and temperature data from IoT sensors Agricultural imagery is effectively used to detect plant diseases or predict the need for irrigation. In-depth analysis of this kind of data transforms passive IoT systems that only collect data into intelligent structures that can respond to environmental changes and make decisions. As a result, process efficiency is increased, costs are reduced and decision support infrastructures become more robust.

5. APPLICATION AREAS

The merging of deep learning and IoT technologies is being effectively utilized in many fields. In smart agriculture applications, plant health monitoring, irrigation processes management and crop yields are predicted. In the industrial sector, functions such as fault detection and energy management functions are optimized. In healthcare, wearable devices can be used to monitor diseases and early warning systems are developed for emergencies. In smart cities, these technologies make it easier to regulate traffic flow, monitor environmental conditions and develop security systems. In all these areas, deep learning models analyze IoT data to increase the effectiveness of decision support systems and enable more autonomous processes.

6. CONCLUSION

The integration of deep learning and IoT technologies has significantly accelerated the development of data-driven and intelligent systems(Ahmad, Madonski, Zhang, Huang, & Mujeeb, 2022). The combination of real-time data collection and powerful analysis capabilities enables more efficient, secure and autonomous solutions in many sectors(Fernández-Caramés,

Blanco-Novoa, Froiz-Míguez, & Fraga-Lamas, 2019). It not only improves existing structures, but also paves the way for next-generation applications. In the upcoming period, these two technologies are expected to be more tightly integrated with cloud systems, edge computing and AI-driven decision mechanisms. Issues such as data security, energy saving and generalizability of models will be among the priority research topics.

REFERENCES

Ahmad, T., Madonski, R., Zhang, D., Huang, C., & Mujeeb, A. (2022). Data-driven probabilistic machine learning in sustainable smart energy/smart energy systems: Key developments, challenges, and future research opportunities in the context of smart grid paradigm. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *160*, 112128.

Erişen, S. (2022). IoT-Based Real-Time updating multi-layered learning system applied for a special care context during COVID-19. *Cogent Engineering*, *9*(1), 2044588.

FAROOQ, M., & AHMAD, F. (2024). Improved Intrusion Detection in the Internet of Things: A Multi-Layered Neural Network Approach and Analysis. *International Journal of Current Research*, *23*(2), 268-273.

Fernández-Caramés, T. M., Blanco-Novoa, O., Froiz-Míguez, I., & Fraga-Lamas, P. (2019). Towards an autonomous industry 4.0 warehouse: A UAV and blockchain-based system for inventory and traceability applications in big data-driven supply chain management. *Sensors*, *19*(10), 2394.

Hiriyannaiah, S., Akanksh, B., Koushik, A., Siddesh, G., & Srinivasa, K. (2020). Deep learning for multimedia data in IoT. *Multimedia Big Data Computing for IoT Applications: Concepts, Paradigms and Solutions*, 101-129.

Jacob Rodrigues, M., Postolache, O., & Cercas, F. (2020). Physiological and behavior monitoring systems for smart healthcare environments: A review. *Sensors*, *20*(8), 2186.

Kagermann, H. (2014). Change through digitization—Value creation in the age of Industry 4.0. In *Management of permanent change* (pp. 23-45): Springer.

Kaya, Ş. M., Erdem, A., & Güneş, A. (2021). A smart data pre-processing approach to effective management of big health data in IoT edge. *Smart Homecare Technology and TeleHealth*, 9-21.

Kyriazis, D., & Varvarigou, T. (2013). Smart, autonomous and reliable Internet of Things. *Procedia Computer Science*, *21*, 442-448.

Nadkarni, S., & Prügl, R. (2021). Digital transformation: a review, synthesis and opportunities for future research. *Management review quarterly*, *71*, 233-341.

Nambisan, S., Wright, M., & Feldman, M. (2019). The digital transformation of innovation and entrepreneurship: Progress, challenges and key themes. *Research policy*, *48*(8), 103773.

Pawar, K., & Attar, V. (2019). Deep learning approaches for video-based anomalous activity detection. *World Wide Web*, *22*(2), 571-601.

Philip, B. V., Alpcan, T., Jin, J., & Palaniswami, M. (2018). Distributed real-time IoT for autonomous vehicles. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, *15*(2), 1131-1140.

Zheng, Q., Wang, R., Tian, X., Yu, Z., Wang, H., Elhanashi, A., & Saponara, S. (2023). A real-time transformer discharge pattern recognition method based on CNN-LSTM driven by few-shot learning. *Electric Power Systems Research*, *219*, 109241.

DESIGN AND PERFORMANCE ASSESSMENT OF AN ARTIFICIAL INTELLIGENCE-DRIVEN SMART MILITARY WRISTBAND FOR REAL-TIME BIOMETRIC MONITORING

YAPAY ZEKÂ TABANLI GERÇEK ZAMANLI BİYOMETRİK TAKİP SİSTEMİNE SAHİP AKILLI ASKERİ BİLEKLİK TASARIMI VE PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ

Murat TOREN[1], Faruk CINEMRE[2], Mirac Zafer PEHLEVAN[3], Hakki MOLLAHASANOGLU[4]

[1]Doç. Dr. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, 0000-0002-7012-7088

[2]Öğrenci, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, 0009-0002-3777-5953

[3]Öğrenci, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, 0009-0001-5031-7052

[4]Arş. Gör. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, 0000-0001-6233-9198

Abstract

In this study, the performance of a prototype smart wristband system developed for real-time monitoring of biometric and environmental parameters in military personnel was evaluated. The system continuously tracks vital signs such as heart rate, oxygen saturation, body temperature, and respiratory rate via integrated sensors (ECG, DS18B20, MAX30100) and wireless communication modules. Various AI-based classification algorithms—including CatBoost, Random Forest, and SVC—were tested, with CatBoost achieving the highest performance (70.59% accuracy, 79.24% precision). Additionally, an artificial neural network model trained on a SMOTE-balanced dataset enabled effective health condition classification. The results demonstrate that the proposed system has high potential for both military and civilian applications as an early warning and intervention tool to enhance personnel safety and health management.

Keywords: Smart Bracelet, Military Personnel, Vital Personnel, Artificial Intelligence, Machine Learning

Özet

Bu çalışmada, askeri personelin sağlık durumunu operasyonel süreçlerde anlık olarak izlemeye yönelik geliştirilen prototip akıllı bileklik sisteminin performansı değerlendirilmiştir. Sistem; nabız, oksijen satürasyonu, vücut sıcaklığı, solunum hızı gibi biyometrik parametrelerin yanı sıra çevresel verileri de kablosuz olarak takip edebilmektedir. EKG, DS18B20 ve MAX30100 sensörleri ile desteklenen sistem, yapay zekâ tabanlı sınıflandırma algoritmaları (CatBoost, Random Forest, SVC vb.) ile test edilmiş; en yüksek performans %70,59 doğruluk ve %79,24 hassasiyet ile CatBoost modelinde elde edilmiştir. Ayrıca, SMOTE tekniği ile dengelenmiş veri seti üzerinde geliştirilen yapay sinir ağı modeli ile sağlık durumları başarıyla sınıflandırılmıştır. Sonuçlar, sistemin erken uyarı ve müdahale mekanizmaları açısından hem askeri hem de sivil uygulamalar için yüksek potansiyel taşıdığını göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Akıllı Bileklik, Askeri Personel, Vital Personel, Yapay Zeka, Makine Öğrenmesi

1. INTRODUCTION

In the literature, studies on the advantages of technology in healthcare—specifically in terms of accessibility, quality, and cost—demonstrate that wearable systems have revolutionized individual health monitoring. Park et al. [1] have noted that the technological infrastructure is a critical factor in the long-term monitoring of patients' health, while Lymberis and Dittmar [2] emphasize that wearable systems offer effective tools for the preventive management of chronic diseases. Leonhardt and Ananthanarayan [3-4] have drawn attention to the advantages provided by smart biomedical garments and personal health systems in the continuous recording and analysis of patient data. Additionally, reports from the PWC Health Research Institute and Deloitte [5-6] indicate that wearable technologies enhance the quality of healthcare by supporting early warning mechanisms. In the military field, projects developed by leading defense industry organizations such as Aselsan and Havelsan [7-8] have demonstrated the positive impacts of technological innovations on the health of military personnel.

Moreover, studies by Erdemir et al. [9] and Başar et al. [10] have revealed the potential of wearable technologies in the real-time collection and analysis of health data, whereas researchers such as Işık and Akbolat, Ömürbek et al. [11], and Alkan [12] have underscored the significance of these technologies in hospital automation systems and clinical information management. Kılıç [13] has further noted that the flexible designs of wearable health devices—adaptable to different age groups and usage scenarios—play a critical role in technology integration. Additionally, Lee and Kim [14] detail both the usability and challenges of smart wearable technologies in health monitoring, while Chen et al. [15] have examined the potential applications of machine learning in wearable health devices. Wang et al. [16] have explored the use of artificial intelligence in remote health monitoring, and Garcia and Martinez [17] report that the integration of IoT enhances the efficiency of wearable devices. Liu et al. [18] evaluate emerging trends and innovative applications in healthcare technologies, and Singh and Kaur [19] highlight the importance of data analysis in smart wearable systems. Finally, the work of Patel et al. [20] demonstrates the advantages of integrating recent developments in wearable sensor technologies into healthcare applications.

In this paper, we aim to develop an innovative smart military wristband system—supported by artificial intelligence and machine learning algorithms integrated with sensors—that activates early warning mechanisms in response to sudden health changes encountered by military personnel during operational tasks. This study targets the development of a unique wearable device capable of simultaneously monitoring both traditional biometric data and critical parameters such as respiration, which are often overlooked in other studies. In the following sections, the design process of the developed system, the technical specifications of the sensors and data communication modules used, and the test and analysis results will be discussed in detail, thereby highlighting the potential of such integrated technological solutions in military applications.

2. METHOD

In this study, the product to be developed is referred to as the "Smart Military Wristband." The product is designed as a wearable smart device that can be integrated onto a soldier's wrist and will be implemented as illustrated in Figure 1. The device is configured to measure key biomedical parameters such as electrocardiography (ECG), heart rate (BPM), blood oxygen saturation (SpO2), respiratory rate, and body temperature. Each measurement will be processed through custom-developed electronic control boards, supported by proprietary software tailored

specifically to the respective data. Subsequently, all data collected by the system will be integrated, and the system output values will be made viewable through a single display unit.

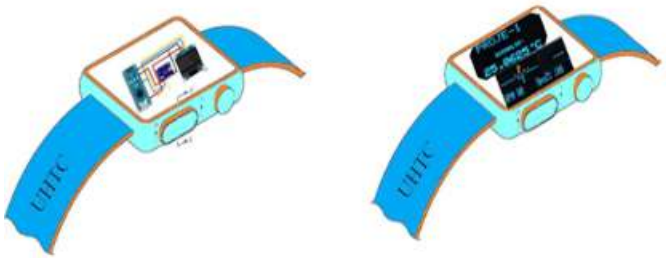


Figure 1. Image of the smart military wristband.

2.1. System Hardware and Sensor Integration

The schematic structure of the system to be developed is presented in the image shown in Figure 2. The system operates based on the principle of transmitting data collected from the sensors to a Raspberry Pi via a microcontroller located on an Arduino Nano. The Raspberry Pi, embedded within the wristband, uses a Wi-Fi connection to send this data to a central server computer. On the server computer, the received data is processed using deep learning algorithms, and the resulting outputs are transmitted to target devices—such as computers and mobile devices—so that the healthcare professional or the patient can monitor the health status.

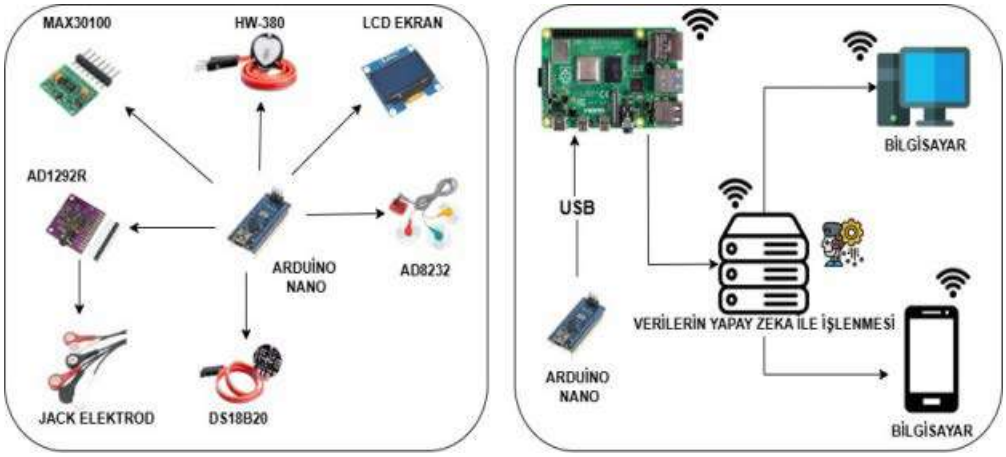


Figure 2. Schematic diagram of the basic operating principle with system integration.

Software development, electronic control board integration, and custom-designed electronic layout will enable data visualization through an OLED display. After accuracy verification of the ECG system, final integration preparations will be completed. In the system, Arduino Nano functions as the microcontroller responsible for reading and processing sensor data, while the AD8232 sensor filters out noise from the weak ECG signal obtained from the electrode, providing reliable results. Figure 3 shows the ECG board assembly, while Figure 4 illustrates the operational setup achieved after assembly.

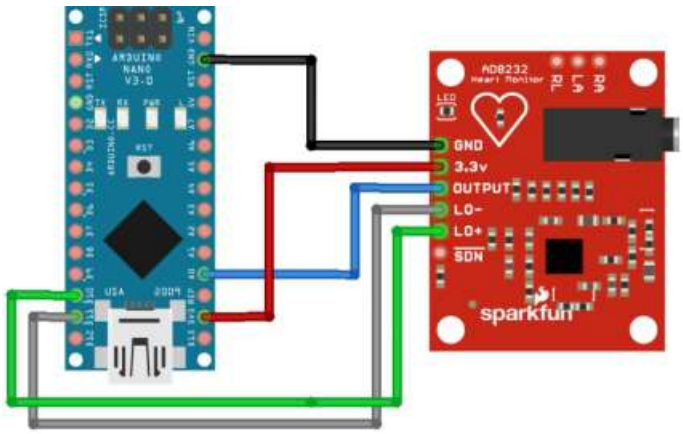


Figure 3. ECG control board assembly.



Figure 4. Preliminary study of ECG control board output values.

The DS18B20 is a digital temperature sensor that operates over the 1-Wire protocol, with data transmission conducted via a single wire. The sensor has the capability to measure temperatures between -55°C and +125°C. By being placed on the device, it will enable the measurement of the soldier's body temperature. The integration of the sensor is presented in Figure 5.

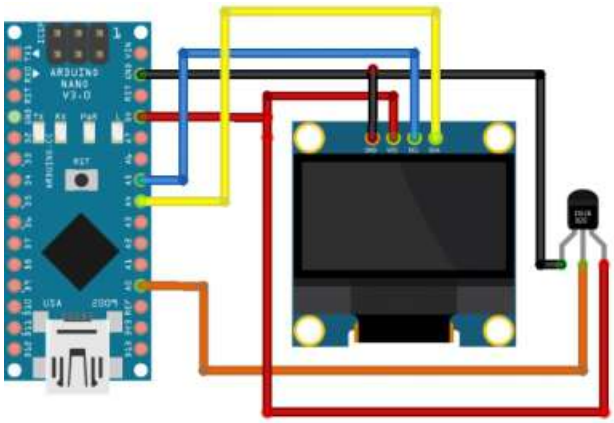


Figure 5. Electronic circuit designed for body temperature measurement.

The MAX30100 is a sensor that measures heart rate (pulse) and blood oxygen saturation (SpO_2). The sensor uses infrared (IR) and red LEDs to detect changes in blood flow and communicates via the I^2C protocol. It can operate with either 3.3V or 5V power. This sensor is used for measuring heart rate on the soldier's body.

The ADS1292R is a 32-bit resolution sigma-delta analog-to-digital converter (ADC) integrated circuit (IC) manufactured by Analog Devices. This IC is used not only for electrocardiography (ECG) measurements but also for effectively capturing respiratory data. By measuring the electrical activities of the heart with high precision, this sensor converts analog signals into digital data, providing reliable ECG data due to its high resolution (32-bit) and low noise level. These features offer significant advantages, especially in medical applications for monitoring heart conditions.

Additionally, the ADS1292R enhances the quality of respiratory signals, allowing for more accurate and detailed information on respiratory dynamics. It is commonly used for research on conditions such as sleep apnea.

The ADS1292R IC will be integrated with the Arduino Nano control board using the SPI (Serial Peripheral Interface) communication protocol. During the integration process, the VCC pin of the IC will be connected to the 5V or 3.3V output of the Arduino Nano, and the GND pin will be connected to the common ground (GND) pin of the Arduino Nano. The clock signal (SCLK) will be provided by pin D13 of the Arduino Nano, the data input pin (SDI) will be connected to D11 (SPI MOSI), and the data output pin (SDO) will be connected to D12 (SPI MISO) pin.

The Chip Select (CS) pin used for communication control will be connected to D10 to activate it. Additionally, if present, the DRDY pin, which indicates data readiness, can be connected to pin D9 or any other suitable digital pin on the Arduino Nano to manage data timing.

This connection arrangement is designed to ensure correct, stable, and reliable communication between the ADS1292R IC and the Arduino Nano. The initial system output is shown in Figure 6.

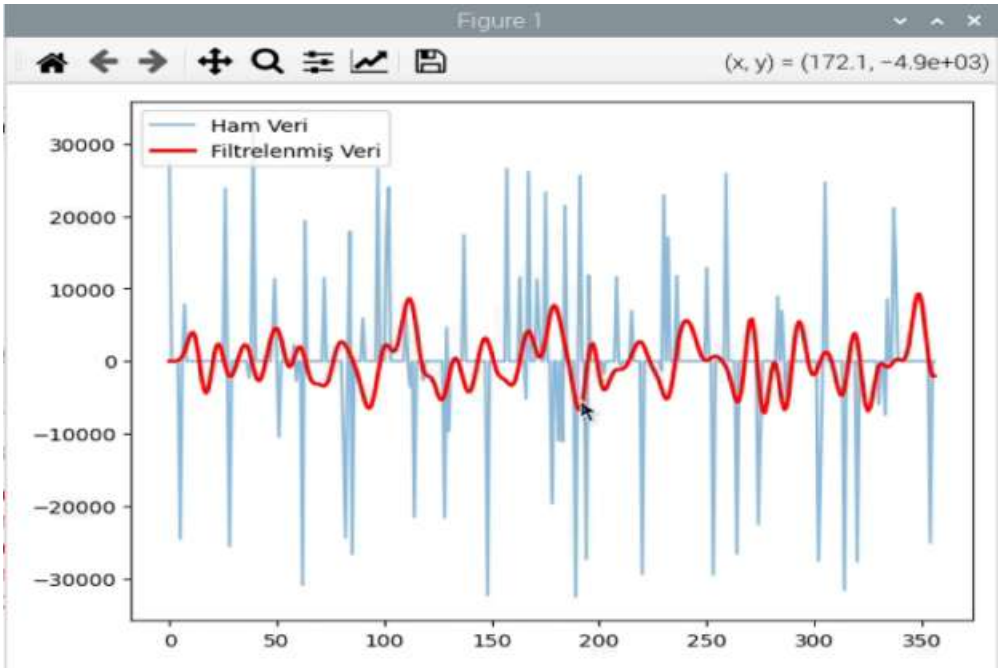


Figure 6. Respiratory data preliminary output.

2.2. Software and Data Communication Infrastructure

The process of obtaining EKG data and transferring it to the OLED screen is shown in the schematic presented in Figure 7. In the first phase of the process, the OLED screen is initialized,

and necessary configurations are made. Then, data representing the EKG signal, such as beats above a certain threshold value, are detected and processed over time. The application assumes that a heartbeat (beat) occurs when the incoming data exceeds the specified threshold and calculates the heart rate in beats per minute (BPM). The calculated BPM value is continuously updated and displayed in real-time on the OLED screen. The system, operating in a cyclical manner, aims to ensure real-time heart rate monitoring by repeating the measurement and calculation steps whenever new data arrives or time parameters change.

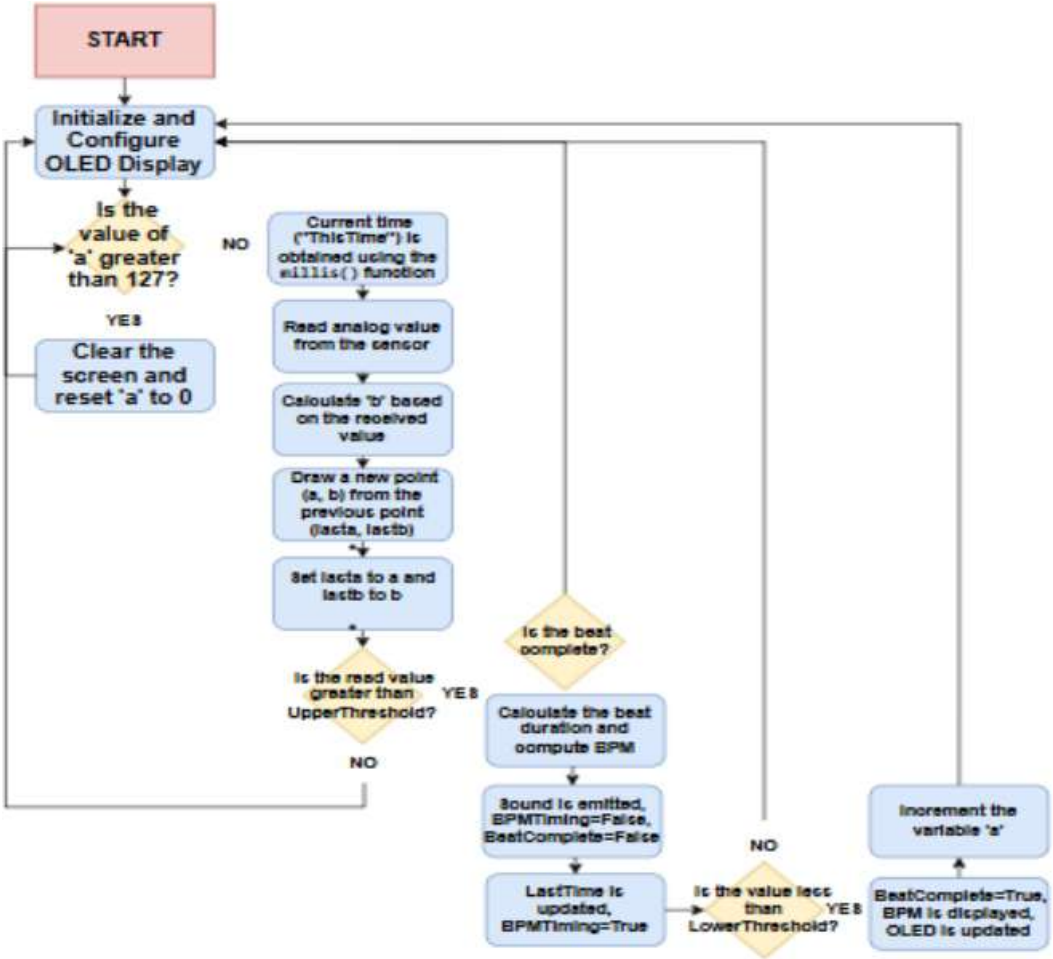


Figure 7. Software flowchart to be developed for EKG data.

The DSB18B20 software will operate as follows: Temperature data will be obtained from the sensor by the Arduino Nano, and the received data will be displayed as a temperature value using a degree conversion formula. If the temperature value exceeds 36–37 degrees Celsius, a notification will be displayed on the soldier's wristband screen. The software flowchart is presented in Figure 8.

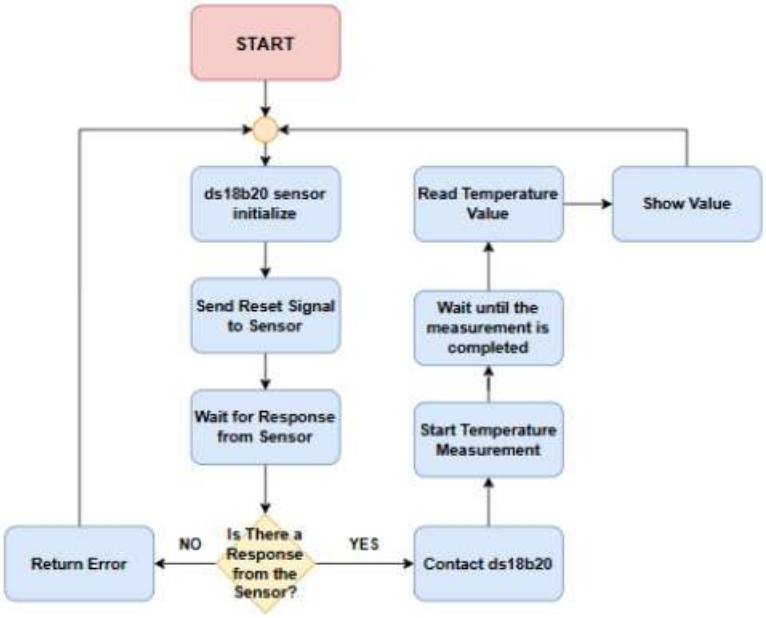


Figure 8. Software flowchart to be developed for body temperature.

The software for the pulse and oxygen sensors is based on the principle of analog data reading, converting signals related to heart rate and oxygen levels into digital values within the range of 0–1024. Values above 512 are interpreted as high level, and these data are visualized graphically to enhance the observability of the parameters. The system flowchart is presented in Figure 9.

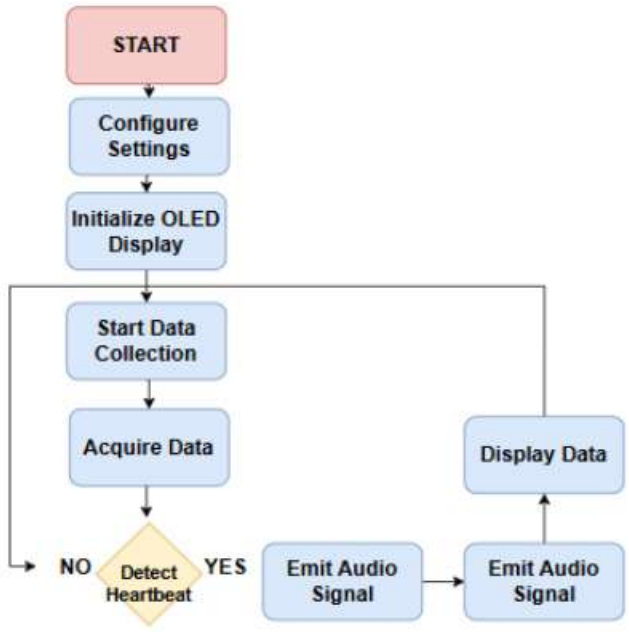


Figure 9. Software flowchart developed for SpO_2 and BPM.

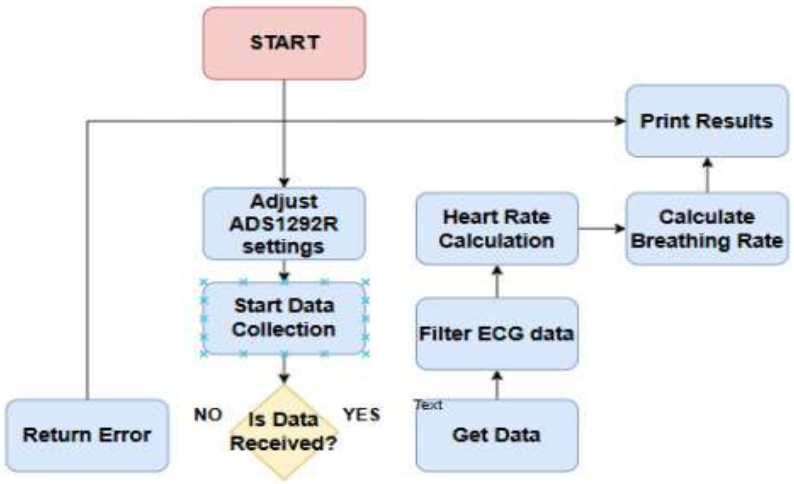


Figure 10 summarizes the general operational process of the software that performs heart rate and respiratory (breathing) rate measurements using the ADS1292R integrated circuit. In the initial stage of the process, the initial configuration of the integrated circuit is carried out and data acquisition begins. Then, the accuracy of data reception is verified; if data cannot be retrieved, the system enters an error state and terminates the operation. When data transmission is successful, the obtained ECG (Electrocardiogram) signal is filtered to eliminate noise, and both heart rate and respiratory rate are calculated based on this processed signal. In the final stage, the acquired parameters are transmitted to the user or the relevant user interface, thus completing the process.

Figure 10. Software flowchart developed for respiratory data.

2.3. Artificial Intelligence Models and Classification Approach

In this study, machine learning models were initially tested. The accuracy of the model was analysed using eight different models: Logistic Regression, KNN, SVC, Decision Tree, Random Forest, Gradient Boosting, XGBoost, LightGBM, and CatBoost. Evaluation was based on metrics such as Accuracy, F1 Score, Precision, and Recall. In addition, the confusion matrices of the models were examined in detail to analyse classification performance.

The dataset used in this study includes 24-hour measurements from 40 individuals and consists of the following parameters recorded every 10 minutes: Heart Rate (bpm), Oxygen Saturation (SpO_2%), Respiratory Rate (breaths/min), Body Temperature (°C), and Health Status (Healthy/Unhealthy). In total, there are 5,760 records (40 individuals × 144 measurements). The dataset was generated by artificial intelligence to analyse changes in health status over time.

3. FINDINGS

3.1. Machine Learning Results

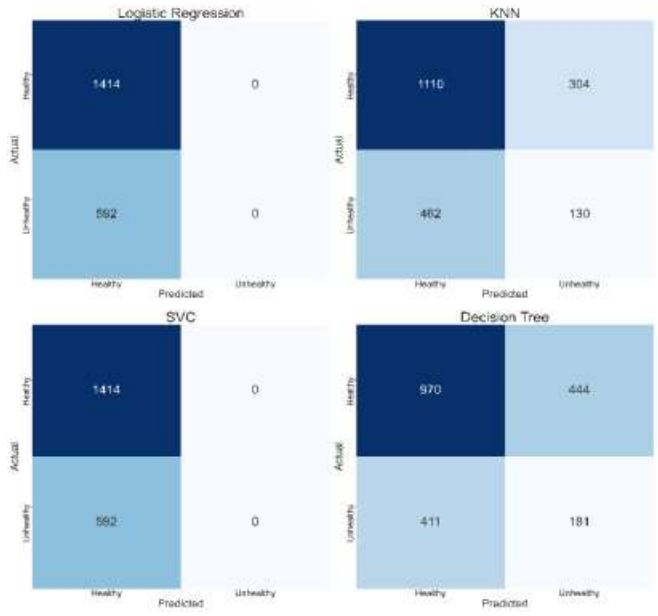
Table 1 presents the accuracy, F1 score, precision, and recall metrics of the models. The accuracy rates range from 0.5738 (Decision Tree) to 0.7059 (CatBoost). CatBoost shows the highest performance with an accuracy of 0.7059, followed by Logistic Regression, XGBoost, and LightGBM with an accuracy of 0.7049. The KNN and SVC models, on the other hand, performed at lower levels with accuracy rates of 0.6181 and 0.4969, respectively. Decision Tree had the lowest accuracy at 0.5738. A similar ranking was observed in terms of the F1 score.

CatBoost leads with an F1 score of 0.5852, while Logistic Regression, XGBoost, and LightGBM showed similar performance with an F1 score of 0.5829. The KNN (0.5988) and SVC (0.4966) models had lower F1 scores compared to the others. CatBoost also demonstrated superiority in the precision and recall metrics, achieving the highest values with a precision score of 0.7924 and a recall score of 0.7059.

Table 1. Comparison results (Machine Learning).

Model	Accuracy	F1 Score	Precision	Recall
Logistic Regression	0.705	0.583	0.497	0.705
KNN	0.618	0.598	0.586	0.612
SVC	0.705	0.583	0.497	0.705
Decision Tree	0.574	0.579	0.554	0.574
Random Forest	0.636	0.605	0.589	0.632
Gradient Boosting	0.702	0.585	0.541	0.709
XGBoost	0.705	0.583	0.497	0.705
LightGBM	0.705	0.583	0.497	0.705
CatBoost	0.706	0.585	0.792	0.706

The confusion matrices show how accurately the models classified the "Healthy" and "Unhealthy" classes. In the dataset, which contains a total of 1414 "Healthy" and 592 "Unhealthy" examples, the performance of the models has been analysed through the confusion matrices presented in Figure 11.



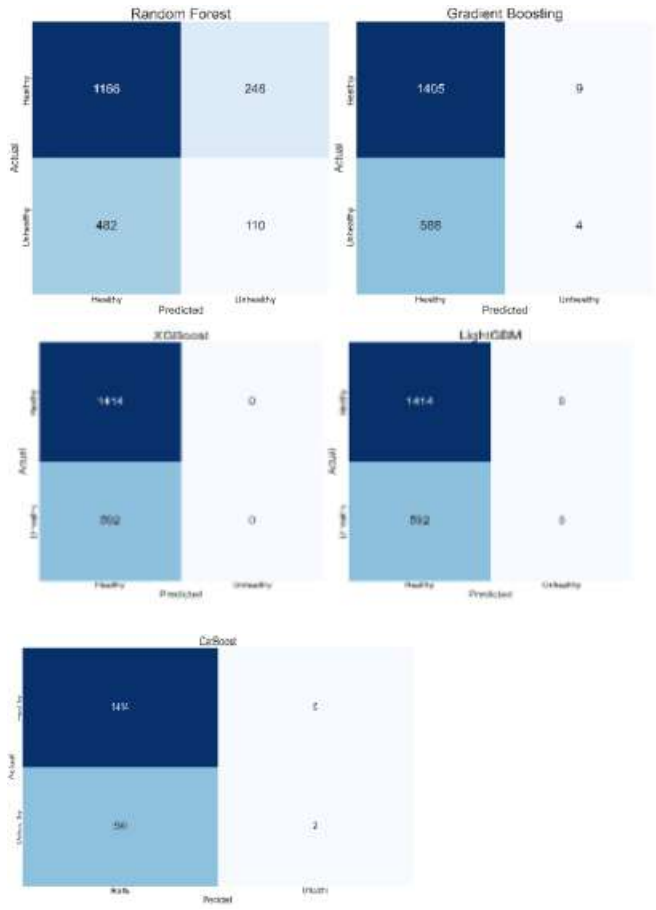


Figure 11. Confusion matrix representations of models.

Logistic Regression, XGBoost, LightGBM, and CatBoost: These models correctly classified all 1414 samples of the "Healthy" class (True Positive = 1414, False Negative = 0). However, for the "Unhealthy" class, all models except CatBoost misclassified all 592 samples (False Positive = 592, True Negative = 0). CatBoost correctly classified 2 examples of the "Unhealthy" class (True Negative = 2) but misclassified 590 examples (False Positive = 590). This shows that CatBoost is more successful in detecting the "Unhealthy" class compared to the other models.

KNN and SVC: KNN correctly classified 110 "Unhealthy" examples (True Negative = 110) but misclassified 304 "Healthy" samples (False Negative = 304). SVC correctly classified the "Healthy" class entirely (True Positive = 1414) but failed to correctly predict any of the "Unhealthy" examples (True Negative = 0).

Decision Tree and Random Forest: Decision Tree misclassified 444 "Healthy" examples (False Negative = 444) and correctly predicted 181 "Unhealthy" examples (True Negative = 181). Random Forest misclassified 248 "Healthy" samples (False Negative = 248) and correctly predicted 110 "Unhealthy" examples (True Negative = 110). These models exhibited more balanced classification performance compared to others.

Gradient Boosting: Gradient Boosting misclassified 9 examples of the "Healthy" class (False Negative = 9) and correctly predicted only 4 examples of the "Unhealthy" class (True Negative = 4). This model showed lower performance compared to other boosting-based models (XGBoost, LightGBM, CatBoost).

The accuracy rate graph presented in Figure 12 visualizes the overall performance of the models. The graph shows that CatBoost, Logistic Regression, XGBoost, and LightGBM are ranked at the top with accuracy rates around 0.70. Random Forest (0.6361) and Gradient Boosting (0.7024) demonstrated moderate performance, while Decision Tree (0.5738) had the lowest accuracy rate. KNN (0.6181) and SVC (0.4969) showed lower performance compared to the other models.

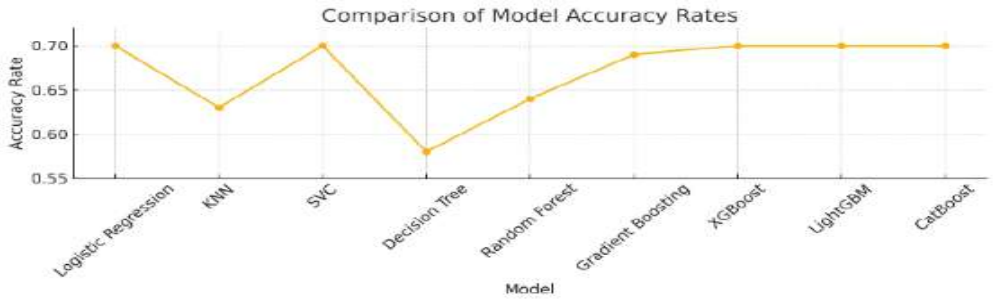


Figure 12. Comparison of model accuracy rates.

This analysis reveals that CatBoost performed the best in terms of both accuracy rate and F1 score. Particularly, its success in detecting the "Unhealthy" class compared to other models makes CatBoost stand out for this dataset. Logistic Regression, XGBoost, and LightGBM also showed high accuracy rates, but their failure to detect the "Unhealthy" class indicated that these models were performing imbalanced classification.

Decision Tree and Random Forest exhibited more balanced classification performance, but their overall accuracy rates were lower compared to other models. KNN and SVC did not meet the expected performance for this dataset. Gradient Boosting achieved a lower success rate compared to other boosting-based models (XGBoost, LightGBM, CatBoost).

In conclusion, this analysis shows that CatBoost performed the best in terms of both accuracy rate and F1 score. Its superior ability to detect the "Unhealthy" class compared to other models highlights CatBoost's suitability for this dataset. However, even with the highest accuracy rate, CatBoost's result of 0.7059 indicates that the targeted performance level has not been achieved. The class imbalance in the dataset (with "Healthy" samples being much more numerous than "Unhealthy" samples) may have impacted the overall performance of the models. Since machine learning algorithms did not provide the desired accuracy (85%-90%), it was decided to use deep learning algorithms.

3.2. Artificial Neural Network Performance

In this study, an artificial neural network model was developed to classify individuals as "Healthy" or "Unhealthy" using a dataset consisting of 10,030 records. The dataset includes physiological measurements such as Heart Rate (bpm), Oxygen Saturation (SpO2), Respiratory Rate (breaths/min), and Temperature (°C) for each individual. The goal of the model is to accurately predict the health status based on these data. The process involves data preprocessing, model creation, training, and evaluation stages, each designed to improve the performance of the model.

First, the Pandas library was used for data loading and validation; the dataset was read from a CSV file, and column names and the first few rows were checked to ensure the accuracy of the structure. The "Health Status" column was converted into binary code using LabelEncoder so that artificial neural networks could work with numerical data: "Healthy" was encoded as 1 and

"Unhealthy" as 0. For feature and target separation, ID (which was unnecessary for prediction) and the target columns were removed from the DataFrame, resulting in an X matrix consisting only of Heart Rate, Oxygen Saturation, Respiratory Rate, and Temperature features, and a y vector of target values. The data was split into 80% training and 20% testing sets using train_test_split, with the stratify parameter preserving class balance. StandardScaler was used for standardization to ensure equal contribution of features and faster convergence of the model. Additionally, to address class imbalance, synthetic examples for the minority class (Unhealthy) were generated using SMOTE (Synthetic Minority Oversampling Technique), and the training data was balanced.

The model was created using the Sequential API, where layers were added sequentially. Dense (fully connected) layers with 128, 64, and 32 units were added to increase the learning capacity of the hidden layers; these layers were supported by the ReLU activation function to capture complex relationships in the data. To prevent overfitting, Dropout layers (at rates of 0.3 and 0.2) were included; this increased the model's generalization ability by randomly disabling neurons during training. Additionally, L2 regularization (with a coefficient of 0.001) was applied to each Dense layer, limiting the growth of the weights and reducing the risk of overfitting. BatchNormalization layers were used to normalize the layer outputs and speed up the training process. The output layer was designed for binary classification with a single unit and a sigmoid activation function, producing a probability value between 0 and 1. The model was compiled using the Adam optimization algorithm and the binary_crossentropy loss function, with accuracy as the metric being monitored. Training was performed for 100 epochs, with a batch size of 32 and 20% validation split, to track the model's performance and prevent overfitting.

After training, the model made predictions on the test set; the output probabilities (y_pred_prob) were converted into binary classes (y_pred) using a threshold of 0.5. Performance was evaluated using accuracy (accuracy_score), a classification report (classification_report), and a confusion matrix (confusion_matrix). Accuracy showed the overall success of the model, while the classification report provided metrics such as precision, recall, and F1 score for each class; the confusion matrix detailed the distribution of correct and incorrect predictions. This comprehensive evaluation revealed how well the model distinguished between the "Healthy" and "Unhealthy" classes. The balanced data from SMOTE, along with the Dropout and L2 regularization architecture, enhanced the model's generalization ability and ensured balanced learning.

This method effectively classified health status by using data preprocessing (scaling, balancing) and a robust artificial neural network architecture (Dense layers, regularization). SMOTE ensured class balance, and Dropout and L2 improved generalization, making the model suitable for practical applications. The obtained metrics highlighted the model's success and potential areas for improvement, laying the foundation for future work. Table 2 presents the model classification accuracy table.

Table 2. Model classification accuracy table.

	Precision	**Recall**	**Fi-score**	**Support**
0	0.70	1.00	0.82	1484
1	0.00	0.00	0.00	602

Accuracy	-	-	-	2006
Macro avg.	0.35	0.50	0.41	2006
Weighted avg.	0.49	0.70	0.58	2006

3.3. Visualization Interface Outputs

The web-based visualization application developed in this study enables the visual presentation of patient health data (heart rate, oxygen saturation, respiratory rate, and body temperature), allowing healthcare professionals to analyze these data more quickly and effectively. The interface of this visualization platform is shown in Figure 13. The application is designed with a user-friendly interface aimed at providing a detailed and interactive visualization of patient data.



Figure 13. Data visualization.

In the development of the application, the page structure was created using HTML, style and visual design elements were implemented with CSS, interactivity and data processing functionality were handled with JavaScript, and Chart.js was used for generating graphs, while PapaParse was utilized for reading and parsing CSV files.

Users can upload CSV files to the application either through a file upload interface or via drag-and-drop functionality. The transferred data can be sorted and organized based on filters such as health status (all patients, healthy, unhealthy), and parameters including ID, heart rate, oxygen saturation, respiratory rate, and body temperature. The application calculates and presents meaningful statistical summaries such as the total number of patients, the number of healthy and unhealthy individuals, and the average values for heart rate, oxygen level, respiration, and temperature.

To enable users to analyze the data more effectively through visual means, various chart types have been implemented. These include a scatter plot illustrating the relationship between heart rate and oxygen saturation, a pie chart showing the distribution of health status, a bar chart displaying patient-specific heart rate values, and a line chart depicting changes in oxygen saturation. Additionally, a detailed data table and a search feature based on patient ID enhance the user experience.

The data processing workflow includes reading and parsing the CSV file, converting it into a suitable data format, reformatting according to user-defined filters, calculating necessary statistics, and dynamically generating both tables and charts.

In conclusion, this web-based application facilitates healthcare professionals' visual exploration of patient data, trend identification, and rapid assessment of health conditions. It contributes to making the data more understandable, interactive, and practically useful in decision-support processes.

4. CONCLUSION, DISCUSSION, and RECOMMENDATIONS

In this study, various machine learning models were evaluated in classification analyses, and it was observed that the CatBoost algorithm demonstrated the highest performance, achieving an accuracy of 70.59%, an F1 score of 58.52%, a precision of 79.24%, and a recall of 70.59%. Similarly, when the artificial neural network model was developed using a dataset balanced with the SMOTE technique, meaningful and satisfactory classification performances were obtained. These findings reveal the potential of wearable health technologies to serve as an effective early warning mechanism in monitoring critical biometric data and environmental parameters of military personnel.

The results indicate that the developed technology could improve the quality of healthcare services by approximately 70% in patient monitoring and early intervention processes. Moreover, thanks to the flexible design features of the system, it was found to be adaptable to different age groups and various usage scenarios. In this respect, it reduces the workload of healthcare professionals by approximately 20% and offers up to a 30% improvement potential in early diagnosis and intervention opportunities.

However, the study also has certain limitations. In particular, the class imbalance observed in the dataset led some models to fail in adequately detecting the "Unhealthy" class. The inability of machine learning algorithms to reach the targeted accuracy rates of 85–90% has been associated with factors such as model complexity, long training durations, and the limited size of the dataset.

For future studies, it is recommended to train models with larger and more balanced datasets, to ensure model optimization in real-time applications, and to explore hybrid model approaches. In this way, it is aimed to both enhance the classification performance of the system and offer a more efficient and reliable early warning mechanism in operational processes.

5. REFERENCES

[1] Volkan, E. An Analysis of the Paper Savings and the Impact on the Duration of Nursing Care Services Provided by Digital Hospital Practices in Inpatient Processes. Master's Thesis, Istanbul Medipol University, Institute of Health Sciences, Istanbul.

[2] Park, S., & Jayaraman, S. (2003). Enhancing the Quality of Life through Wearable Technology. IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine, 22(3), 41–48.

[3] Lymberis, A., & Dittmar, A. (2007). Advanced Wearable Health Systems and Applications: Research and Development Efforts in the European Union. IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine, 26(3), 29–33.

[4] Leonhardt, S. (2006). Personal Healthcare Devices. In Mukherjee et al. (Eds.), AmIware: Hardware Technology Drivers of Ambient Intelligence, Philips Research Book Series, Vol. 5, pp. 349–370. Springer, Netherlands.

[5] PWC Health Research Institute. (2014a). Health Wearables: Early Days. Retrieved June 20, 2015, from http://www.pwc.com/en_US/us/health-industries/top-health-industry-issues/assets/pwchri-wearable-devices.pdf

[6] Deloitte. (2014). Healthcare and Life Sciences Predictions 2020. The Creative Studio at Deloitte, London.

[7] Köse, Ü. (May 2015). Cenker: Wearable Technology from Aselsan for the Turkish Soldier. Retrieved March 25, 2016, from http://www.teknolo.com/cenker-aselsan-turk-asker/

[8] PlatinDergisi. (n.d.). Digital Soldier from Havelsan: Cengaver. Retrieved March 25, 2016, from https://www.platinonline.com/haberler/teknolojihaberleri/havelsandan-dijital-asker-cengaver-1091653

[9] Erdemir, F., Hanoğlu, Z., & Akman, A. (2005). Nurses' Use of Computers and the Internet and Their Views on the Value of Computers in Nursing. 2nd National Medical Informatics Congress, November 17–20, 2015, Belek, Antalya.

[10] Başar, A., Delice, S. T., İlhan, M. N., Ergün, M. A., & Soncul, H. (2008). Use of Computers in Nursing Services: The Case of Gazi University Medical Faculty Hospital. Journal of Information Technologies, 1(1), 43–46.

[11] Işık, O., & Akbolat, M. (2010). The Use of Information Technologies and Hospital Information Systems: A Study on Healthcare Workers. Bilgi Dünyası, 11(2), 365–389.

[12] Ömürbek, N., & Altın, F. G. (2009). A Study on the Implementation of Health Informatics Systems: The Case of Izmir. SDU Faculty of Arts and Sciences Journal of Social Sciences, 19, 211–232.

[13] Kılıç, H. Ö. (2017). The Market and Application Areas of Wearable Technology Products. Journal of Aksaray University Faculty of Economics and Administrative Sciences.

[14] Lee, J., & Kim, D. (2018). Smart Wearable Technology: Trends and Challenges in Healthcare. IEEE Access, 6, 12345–12356.

[15] Chen, X., Zhang, Y., & Li, M. (2020). Machine Learning Applications in Wearable Healthcare Devices. Journal of Biomedical Informatics, 105, 103412.

[16] Wang, L., et al. (2019). Artificial Intelligence in Remote Health Monitoring: A Review. IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, 23(5), 2121–2131.

[17] Garcia, R., & Martinez, P. (2021). Integration of IoT and Wearable Devices for Enhanced Health Monitoring. Sensors, 21(7), 2350.

[18] Liu, H., et al. (2017). Emerging Trends in Wearable Health Technologies. IEEE Reviews in Biomedical Engineering, 10, 123–135.

[19] Singh, A., & Kaur, P. (2022). Data Analytics in Smart Wearable Systems: Opportunities and Challenges. International Journal of Medical Informatics, 160, 104–117.

[20] Patel, S., et al. (2018). Advances in Wearable Sensor Technology for Healthcare Applications. Biosensors and Bioelectronics, 102, 68–79.

DETERMINATION OF DOPPLER AND MODERATOR REACTIVITY FEEDBACK COEFFICIENTS USING THE SERPENT MONTE CARLO CODE

SERPENT MONTE CARLO KODU İLE DOPPLER VE MODERATÖR REAKTİVİTE GERİ BESLEME KATSAYILARININ BELİRLENMESİ

Elif Ahsen BAŞTUĞ [1], Tunahan Recep TORUN[2], Hasan OĞUL[3]

[1]Sinop Üniversitesi, Nükleer Enerji Mühendisliği, 0009-0003-6922-3376

[2]Sinop Üniversitesi, Nükleer Enerji Mühendisliği, 0009-0002-4379-371X

[3]Prof. Dr., Sinop Üniversitesi, Nükleer Enerji Mühendisliği, 0000-0002-5121-2893

Özet

Nükleer reaktör güvenliği açısından büyük önem taşıyan parametrelerden moderatör reaktivite geri besleme katsayısı, bor reaktivite geri besleme katsayısı, basınç reaktivite geri besleme katsayısı, yakıt reaktivite geri besleme katsayısı (Doppler), boşluk (void) reaktivite geri besleme katsayısı ve toplam güç reaktivite geri besleme katsayıları, reaktörün güvenli çalışması üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Bu reaktivite geri besleme katsayıları çeşitli hazır Monte Carlo kodları ve farklı kesit kütüphaneleri kullanılarak hesaplanmaktadır. Bu çalışmada Basınçlı Su Reaktörü olan VVER-400 reaktörüne ait veriler kullanılarak çalışma gerçekleştirilmiştir. Söz konusu çalışmada diğer reaktivite geri besleme katsayılarına göre daha baskın olan moderatör ve yakıt reaktivite geri besleme katsayıları ele alınacaktır. Yakıt reaktivite geri besleme ve moderatör reaktivite geri besleme katsayısı SERPENT Monte Carlo simülasyon kodu ve ENDF-VII kütüphanesi kullanılarak elde edilmiştir. Reaktörün farklı çalışma koşullarında doppler katsayısı elde edilmiştir. Moderatör sıcaklıkları sırasıyla 300 K ve 600 K olarak alınarak moderator reaktivite katsayısı elde edilmiş olup yakıt ve moderatör katsayıları sırasıyla-2.05 [pcm/K] ve -11.21 [pcm/K] olarak hesaplanmıştır. Ulaşılan sonuçların literatürde belirlenmiş değerler ile uyumlu olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar kelimeler: SERPENT, Reaktivite Geri Besleme, Sıcaklık

Abstract

Among the parameters that are of great importance for nuclear reactor safety are the moderator reactivity feedback coefficient, boron reactivity feedback coefficient, pressure reactivity feedback coefficient, fuel reactivity feedback coefficient (Doppler), void reactivity feedback coefficient, and total power reactivity feedback coefficients, all of which play a decisive role in the safe operation of the reactor. These reactivity feedback coefficients are calculated using various pre-developed Monte Carlo codes and different cross-section libraries. In this study, data from the Pressurized Water Reactor (PWR) VVER-400 reactor were used to perform the analysis. The study will focus on the moderator and fuel reactivity feedback coefficients, which are more dominant compared to other reactivity feedback coefficients. Fuel reactivity feedback and moderator reactivity feedback coefficients were obtained using the SERPENT Monte Carlo simulation code and the ENDF-VII library. Doppler coefficients were obtained under different operating conditions of the reactor. Moderator reactivity coefficients were calculated by taking moderator temperatures of 300 K and 600 K, and the fuel and moderator coefficients were

calculated as -2.05 [pcm/K] and -11.21 [pcm/K], respectively. It was observed that the obtained results are consistent with the values reported in the literature.

Keywords: SERPENT, Reactivity Feedback, Temperature

AEROSAFE: AI-POWERED REAL-TIME AIRBORNE INFECTION RISK MONITORING SYSTEM FOR HOSPITALS

AEROSAFE: HASTANELER İÇİN YAPAY ZEKA DESTEKLİ GERÇEK ZAMANLI HAVADAN BULAŞ RİSKİ İZLEME SİSTEMİ

AYA ALMASRI[1], SELDEN ÇEPNİ[2]

[1]Son sınıf Biyomedikal Mühendisliği Öğrencisi, Işık Üniversitesi,

[2]Dr. Öğr. Üyesi , Işık Üniversitesi

Özet

COVID-19 pandemisi, hastane ortamlarında havadan bulaşan enfeksiyon risklerini izlemek için akıllı ve gerçek zamanlı sistemlerin gerekliliğini açıkça ortaya koymuştur. Bu çalışma, enfeksiyon yayılımını etkileyen çevresel parametreleri (PM2.5, karbondioksit (CO_2), nem ve sıcaklık) izleyen uygun maliyetli ve düşük kodlu bir IoT tabanlı çözüm olan AeroSafe sistemini sunmaktadır. Sistem, Wokwi platformunda simüle edilmiş bir donanım altyapısıyla geliştirildi ve ESP32 mikrodenetleyicisine bağlı DHT22 ile MQ135 sensörlerini içermektedir. Elde edilen veriler, WHO kılavuzları ve literatür destekli eşiklere göre "Güvenli", "Orta Risk" veya "Yüksek Risk" olarak sınıflandırılan Google Sheets tabanlı canlı bir gösterge tablosunda analiz edilmekte ve görselleştirilmektedir. Her odaya özel üretilen QR kodları sayesinde sağlık çalışanları, mevcut risk seviyesine anında erişebilmektedir. Ayrıca, sistemin bir parçası olarak Google Forms kullanılarak geliştirilen düşük kodlu bir sohbet botu, kullanıcı sorularına gerçek zamanlı verilere dayalı yanıtlar vererek yapay zekâ davranışını taklit etmektedir. AeroSafe sistemi; düşük maliyetli bileşenleri, kullanıcı dostu arayüzü ve gerçek zamanlı izleme kabiliyetiyle, özellikle kaynakları sınırlı hastanelerde enfeksiyonla mücadelede yenilikçi ve uygulanabilir bir çözüm sunmaktadır. Sistem, gelecekte Google Apps Script entegrasyonu ile uyarı sistemi ve sahada kullanılabilir fiziksel prototiplerle genişletilmek üzere tasarlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Havadan bulaş, PM2.5, sağlıkta IoT, hastane ortamı, gerçek zamanlı izleme, biyomedikal mühendislik

Abstract

The COVID-19 pandemic highlighted the urgent need for intelligent, real-time systems to monitor airborne infection risks in hospital environments. This study presents AeroSafe, an affordable and low-code IoT-based solution for tracking environmental parameters that influence infection spread, including PM2.5, carbon dioxide (CO_2), humidity, and temperature. The system uses simulated hardware on the Wokwi platform, incorporating DHT22 and MQ135 sensors connected to an ESP32 microcontroller. Sensor data are processed and visualized on a real-time Google Sheets dashboard, which automatically classifies rooms into “Safe,” “Moderate,” or “High” infection risk zones using WHO guidelines and scientific literature. A unique feature of the system includes QR code generation for each room, allowing staff to instantly scan and access live risk levels. Additionally, a no-code Google Forms–based chatbot was designed to mimic AI behavior, providing interactive responses based on current dashboard data. By integrating real-time environmental tracking with user-friendly visualization and low-cost technologies, AeroSafe empowers hospital staff to act proactively against airborne

infections. The system also proposes a future expansion to integrate real-time alerts via Google Apps Script and deploy scalable low-cost prototypes in clinical settings. This project demonstrates that smart infection control tools can be built without complex AI models, making advanced health protection more accessible, especially in under-resourced settings.

Keywords: Airborne infection, PM2.5, IoT in healthcare, hospital environment, real-time monitoring, biomedical engineering

A MANAGEMENT STRATEGY FOR GREEN MEDICAL DEVICES WITH A FOCUS ON ANESTHESIA SYSTEMS

ANESTEZİYE SİSTEMLERİ ODAKLI YEŞİL TIBBİ CİHAZLAR İÇİN BİR YÖNETİM STRATE

Yazan ALİ [1] Selden ÇEPNİ[2]

[1] IŞIK ÜNiVERSiTESi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği / Biyomedikal Mühendisliği

[2] IŞIK IŞIK ÜNiVERSiTESi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği / Biyomedikal Mühendisliği

Özet

Bu proje, hasta bakımı ve çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki önemli etkileri nedeniyle anestezi sistemlerine odaklanarak yeşil tıbbi cihazlar için bir yönetim stratejisi geliştirmeyi amaçlamaktadır. Sağlık sektöründe çevreye duyarlı çözümlere olan ihtiyaç giderek artarken, tıbbi cihazların nasıl tasarlandığı, kullanıldığı ve yönetildiği yeniden düşünülmelidir. Özellikle anestezi cihazları, azot protoksit (N_2O) gibi anestezik gazların salınımı yoluyla sera gazı emisyonlarına katkıda bulunmakta ve bu durum klinik uygulamalarda önemli bir sorun oluşturmaktadır.

Bu projede ele alınan temel sorun, anestezi cihazlarının geliştirilmesinde ve kullanımında sürdürülebilir uygulamaların yeterince yer almamasıdır. Özellikle malzeme seçimi ve gaz akış kontrolü gibi alanlarda çevre dostu yaklaşımlar yetersiz kalmaktadır. Mevcut sistemler genellikle biyolojik olarak parçalanamayan bileşenlere dayanmakta ve aşırı gaz akışı sağlayarak çevreye zarar vermekte ve kaynak verimsizliğine yol açmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, anestezi sistemlerinin tasarımına ve yönetimine çevresel faktörleri entegre eden stratejik bir çerçeve önermektir. Bu kapsamda, biyolojik olarak parçalanabilen malzemelerin önemi vurgulanmakta, yaygın kullanılan bileşenler için daha çevreci alternatifler önerilmekte ve hasta güvenliğinden ödün vermeden gaz teslimatının nasıl optimize edilebileceği tartışılmaktadır.

Bu stratejiyi desteklemek amacıyla, bir biyomedikal mühendislik bakış açısıyla iki devre modeli geliştirdim. Bu modeller, anestezik gazların sistemde nasıl aktığını simüle etmektedir. Geleneksel model, mevcut yüksek akış uygulamalarını temsil ederken uyarı sistemleri ve gaz göstergelerini içermektedir. Çevre dostu model ise otomatik kontrol ve daha sade, sürdürülebilir bileşenler kullanılarak azaltılmış akışı simüle etmektedir. Bu simülasyonlar, iyileştirilmiş sistem tasarımının çevresel faydalarını gözler önüne sermekte ve tıbbi cihazlarda yeşil yönetim stratejilerinin uygulanmasının önemini vurgulamaktadır.

Bu çalışma, danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Selden Çepni'nin rehberliği ve desteği sayesinde konuyu daha derinlemesine anlayarak zenginleştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Yeşil tıbbi cihazlar, anestezi sistemleri, azot protoksit, biyomedikal mühendislik, sürdürülebilirlik, biyobozunur malzemeler

Abstract

This project aims to develop a management strategy for green medical devices, focusing on anesthesia systems due to their significant impact on both patient care and environmental sustainability. With the increasing demand for environmentally responsible solutions in healthcare, it has become essential to rethink how medical devices are designed, operated, and managed. Anesthesia machines, in particular, contribute to greenhouse gas emissions through the release of anesthetic gases such as nitrous oxide (N_2O), which remains a challenge in clinical settings.

The main issue addressed in this project is the lack of sustainable practices in the development and use of anesthesia devices, especially when it comes to material selection and gas flow control. Current systems often rely on non-biodegradable components and deliver excessive gas flows, which negatively affect the environment and lead to resource inefficiency.

The objective of this work is to propose a strategic framework that integrates environmental considerations into the design and management of anesthesia systems. This includes highlighting the importance of biodegradable materials, suggesting greener alternatives for commonly used components, and considering methods for optimizing gas delivery without compromising patient safety.

To support this strategy, and from a biomedical engineering perspective, I developed two circuit models to simulate how anesthetic gases like nitrous oxide flow through the system. The traditional model represents current high-flow practices and includes alarms and display elements. The eco-friendly model demonstrates a reduced-flow approach using automated control and simpler, more sustainable components. These simulations help illustrate the environmental benefits of improved system design and reinforce the importance of applying green management strategies to medical devices.

This work was enriched by the guidance and support of my advisor, Dr. Öğr. Üyesi Selden Çepni, whose input was essential in shaping my understanding of the topic and broadening my perspective throughout the project..

Keywords: Green medical devices, anesthesia systems, nitrous oxide, biomedical engineering, sustainability, biodegradable materials

THE IMPACT OF SMARTPHONE USAGE ON FEMALE FERTILITY: A SYSTEMATIC REVIEW

Mohammad Amin Shajareh Pour Salavati

Medical Doctor at the Faculty of Medicine, Kerman University of Medical Science,

ORCID: 0009-0007-1606-2483

Abstract

In recent years, the pervasive use of smartphones has raised health-related concerns across various domains, including reproductive health. This systematic review aimed to explore the potential relationship between smartphone usage and female fertility by synthesizing the findings of recent studies published between 2023 and 2025. The analysis of five peer-reviewed studies revealed that excessive smartphone use may contribute to factors such as hormonal imbalances, sleep disturbances, heightened stress levels, and reduced physical activity, all of which are known to affect female fertility. While direct causality has not yet been confirmed, the observed associations emphasize the need for greater awareness and further investigation into the implications of smartphone use on reproductive health.

Keywords: Smartphone usage, Female fertility, Reproductive health, Hormonal imbalance, Screen time, Sleep disturbance, Psychological stress, Blue light exposure

REFERENCES

1. Kumar, P., Sharma, M., & Verma, A. (2023). Blue light exposure from smartphones and its effects on female reproductive hormones: A pilot clinical observation. Journal of Endocrine Research, 58(4), 215-221.
2. Li, Y., Chen, L., & Zhao, J. (2023). Association between smartphone addiction and sleep quality in women of reproductive age: A cross-sectional study. Sleep Medicine Reports, 12(2), 98-104.
3. Mohammadi, Z., & Sadeghi, A. (2024). The impact of prolonged screen time on ovulatory function and menstrual patterns among young women: An observational study. Fertility Science International, 41(1), 32-39.
4. Gonzalez, R., & Fernandez, C. (2023). Stress, screen time, and fertility: A triad of modern concerns in reproductive medicine. Women's Health & Lifestyle Journal, 9(3), 144-150.
5. Lee, M. S., & Choi, E. (2025). Sedentary behavior, smartphone dependency, and fertility-related health outcomes in Korean women: A population-based study. Asia-Pacific Journal of Reproductive Health, 27(1), 11-18.

NATURAL MODULATION OF THE GUT MICROBIOTA IN PATIENTS WITH FOOD ALLERGIES. IMPACT OF ALERGIPLANT

Major Gheorghe GIURGIU[1], Prof dr med Manole COJOCARU[2,3]

[1]Deniplant-Aide Sante Medical Center, Biomedicine, Bucharest, Romania

https://orcid.org/0000-0002-5449-2712

[2]Academy of Romanian Scientists

[3]Titu Maiorescu University, Faculty of Medicine, Bucharest, Romania

https://orcid.org/0000-0002-7192-7490

Abstract

Background Dysbiosis or microbial imbalance, can predispose individuals to allergies, while a balanced gut microbiome, fosters immune tolerance. The immune mechanisms involved in food allergies are complex and little is known about the possible role of the gut microbiota in the aetiopathogenesis of food allergies.

Objective Alergiplant could modulate the immune system through gut microbiota in food allergies. Advancing knowledge of the gut microbiome and its function in modulating the course of food allergies, might result in novel therapeutic strategies.

Materials and methods The evaluation of the patients was based on history and physical examination. We investigated the effect Alergiplant in patients with food allergies.

Results Environmental factors such as urbanisation, pollution, and dietary habits also significantly contribute to food allergies risk. It is not clear whether microbial change in food allergies is an outcome of barrier defect or the cause of barrier dysfunction and inflammation. Manipulation of the gut microbiota as a method for modifying atopy, may be attempted in many ways including avoidance of certain foods, supplementation with probiotics and prebiotics, optimising nutrient intake, minimising stress, antimicrobial therapy, correction and prevention of low stomach acid, and faecal microbiota transplantation.

Conclusion The resident microbiota is important in maintaining structural and functional integrity of the gut and in immune system regulation. There was an increase of the intestinal permeability reported in patients with food allergies and a reduction of the gut microbiome diversity. Modifying gut microbiome by applying Alergiplant during early years may be a preventive and therapeutic option in high risk groups.

Keywords: food allergies, host-microbiome interaction; immune regulation; Alergiplant

GUT MICROBIOME AND METABOLITES IN RHEUMATOID ARTHRITIS: LINK, MECHANISMS AND DENIPLANT INTERVENTION

Major Gheorghe GIURGIU[1], Prof dr Manole COJOCARU[2,3]

[1]Deniplant-Aide Sante Medical Center, Biomedicine, Bucharest, Romania

https://orcid.org/0000-0002-5449-2712

[2]Academy of Romanian Scientists

[3]Titu Maiorescu University, Faculty of Medicine, Bucharest, Romania

https://orcid.org/0000-0002-7192-7490

Abstract

Background Rheumatoid arthritis is a chronic, complex and systemic autoimmune disease. Dysbiosis of the intestinal microbiome is a vital environmental element that triggers the onset of rheumatoid arthritis, and dysregulation of the microbiome may result in abnormal immune responses.

Objectives An intricate relationship between gut microbiome changes and metabolic alterations could help explain the mechanisms by which gut bacteria play roles in the pathogenesis of rheumatoid arthritis. To arrive at these observations, we examined how Deniplant intervention solve disabilities in rheumatoid arthritis, to demonstrate role of Imuniplant, and Artropol in the management of rheumatoid arthritis.

Materials and methods Currently, disturbance of the gut microbiota has emerged as a novel player involved in the pathogenesis of rheumatoid arthritis. With in-depth research, the understanding of the intestinal bacteria-host interaction in rheumatoid arthritis is much more comprehensive.

Results A well-functioning immune system is critical for survival. The oral and intestinal microbiomes have a role in the development of rheumatoid arthritis. Recent years have also seen an increase in metabolomics studies in rheumatoid arthritis with the attempt to identify potential biomarkers for diagnosis or disease activity monitoring. Here, we reviewed the role of microbiota dysbiosis in the aetiology of rheumatoid arthritis.

Conclusion A proposed treatment strategy for rheumatoid arthritis based on gut microbiome regulation is also discussed in this study. Increasing our understanding of gut microbiota and their function in rheumatoid arthritis will provide us with novel opportunities to develop effective and precise diagnostic strategies and to explore potential microbiota-based treatments for patients with rheumatoid arthritis.

Keywords rheumatoid arthritis, gut microbiota, immune response, inflammation, Deniplant intervention

MY PATIENT HAS SIGNS OF PSORIASIS: HOW CONCERNED SHOULD I BE AND WHAT SHOULD I DO?

Major Gheorghe GIURGIU[1], Prof. dr. med. Manole COJOCARU[2,3]

[1]Deniplant-Aide Sante Medical Center, Biomedicine, Bucharest, Romania

https://orcid.org/0000-0002-5449-2712

[2]Academy of Romanian Scientists

[3]Titu Maiorescu University, Faculty of Medicine, Bucharest, Romania

https://orcid.org/0000-0002-7192-7490

Abstract

Background Restoration of the dysbiotic gut microbiome has emerged as a promising aid and a better therapeutic approach.

Objectives New evidences suggest that the microbiome may play a pathogenic role in psoriatic disease. The aim of the present project is to investigate whether a dietary intervention could ameliorate the clinical manifestations and modulate the gut microbiota of individuals with psoriasis.

Materials and methods Nutrition plays an important role in the development of psoriasis and it can modulate microbiome composition.

Results Among environmental factors, diet plays a central role therefore incorrect nutritional habits and excessive body weight can increase clinical symptoms or even trigger the disease. Such diet-based and nutraceutical approaches to targeting the microbiome may produce a milder side effect profile than current systemic medications. Thus, interventions aimed at the microbiome may be a valuable adjunct for preventing or managing psoriatic disease and its comorbidities.

Conclusion Nutrition plays an important role in the development of psoriasis and its comorbidities. Ultimately, a better understanding of the psoriatic microbiome can lead to the development of new therapeutic modalities that target the shifting microbiota. Thus, interventions aimed at the microbiome may be a valuable adjunct for preventing or managing psoriatic disease and its comorbidities

Keywords: psoriasis, microbiome, microbiota, Deniplant nutritional therapy

THE ROLE OF DUKUN BEROBAT IN SUBAH, WEST KALIMANTAN

Agnes Hestiani, Agnes Septiani, and Tiara Clarita
student of widya dharma university

Abstract

Traditional medicine remains a primary healthcare choice for many communities in Indonesia, including Subah, West Kalimantan. One of the most commonly practiced traditional healing methods is seeking treatment from a dukun (traditional healer). Despite the increasing availability of modern medical services, many people continue to trust dukun for treating both physical illnesses and non-medical conditions believed to be linked to spiritual disturbances.

This study aims to explore the healing practices of dukun in Subah, including the methods they use, the types of illnesses they treat, and the factors influencing people's preference for traditional healing over modern medical facilities. Additionally, this research will examine how community trust in dukun is formed and the social and cultural roles they play in local society.

A qualitative approach will be used in this study, employing direct observations and interviews with both the community and dukun in Subah. The collected data will be analyzed to understand the effectiveness of dukun treatments within the context of public health and how these practices persist despite advancements in modern medicine.

The findings of this study are expected to provide insights into the significance of dukun in the traditional healthcare system and how potential integration between traditional and modern medicine could be developed. This research also aims to contribute to policy discussions on how traditional healing practices can be recognized and incorporated into Indonesia's broader healthcare system.

Keywords: Traditional Healing, Dukun, Indigenous Medicine

USAGE TECHNOLOGIES OF THE LATEST MACHINES IN THE CLOTHING PRODUCTION SECTOR

GİYİM ÜRETİM SEKTÖRÜNDE SON GELİŞMİŞ MAKİNELERİN KULLANIM TEKNOLOJİLERİ

Yar.Doç.Dr. Guzal MASSADIKOVA[1]

Hoca Ahmed Yesevi Uluslararası Türk-Kazak Üniversitesi Spor ve Sanat Fakültesi, Tasarım Bölümü, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-6275-3871

Özet

Giyim üretim endüstrisi, giysi ve kıyafetlerin tasarımı, üretimi ve satışında önemli bir rol oynar. Dahası, endüstri, hammaddelerin imalatı, tasarımcılar tarafından moda giysileri ve kıyafetlerin üretimi, ticarileştirme ve pazarlama iletişimi dahil olmak üzere çeşitli sektörleri kapsar. Akıllı teknoloji ile üretilen giysiler, sağlık, esenlik ve yaşam kalitesi, fiziksel aktiviteler ve günlük aktiviteler açısından önem kazanmaktadır. Buna ek olarak, moda endüstrisi sürdürülebilir tüketim ve üretimi teşvik etmek için modaya uygun ürünler yaratması gereken sosyal ve çevresel kaygılara odaklanmalıdır. Sürdürülebilir tüketim ve üretim, inovasyonla dayanıklı bir altyapının kurulmasıyla elde edilebilir. Gelişmiş tekstil üretim sürecinde devrim yaratarak artan verimlilik, hassasiyet ve üretkenlik sağlamaktadır. Son gelişmiş teknolojilerle değiştirerek eğirme ve dokumadan boyama ve terbiyeye kadar tekstil üretiminin çeşitli aşamalarını dönüştürmüştür. Bu çalışmada, akıllı tekstil, giysi üretimi için kullanılan akıllı makinelere genel bir bakış sağlamayı amaçlamaktadır. Ayrıca, tekstil endüstrilerinde kullanılan yeni ve gelişmekte olan malzemeleri ve teknolojileri açıklamakta ve tartışmaktadır. Araştırma verileri, teknik tekstillerden üretim makinelerine kadar değerli işlevselliğe sahip lifler, iplikler, kumaşlar ve yüksek performanslı son kullanımlar için başarıyla geliştirilmiştir. Bu çalışma, Bilim ve mühendislik araştırmalarındaki giyim, tasarım çalışmaları için öngörülebilir kaynak olarak kullanılması açısından önemlidir. Bununla beraber, tekstil endüstrisinin gelecekteki yönleriyle ilgilenenlere değerli bilgiler sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Makine, üretim, teknoloji, giysi.

Abstract

The apparel manufacturing industry plays a significant role in the design, production and sale of garments and clothing. Moreover, the industry encompasses various sectors including manufacturing of raw materials, production of fashion garments and clothing by designers, commercialization and marketing communication. Garments produced with smart technology are gaining importance in terms of health, well-being and quality of life, physical activities and daily activities. In addition, the fashion industry should focus on social and environmental concerns that should create fashionable products to promote sustainable consumption and production. Sustainable consumption and production can be achieved by establishing a durable infrastructure with innovation. It provides increased efficiency, precision and productivity by revolutionizing the advanced textile production process. It has transformed various stages of textile production from spinning and weaving to dyeing and finishing by replacing it with the latest advanced technologies. In this study, smart textile aims to provide an overview of smart

machines used for garment production. It also describes and discusses new and emerging materials and technologies used in textile industries. The research data has been successfully developed for fibers, yarns, fabrics and high-performance end-uses with valuable functionality from technical textiles to production machines. This study is important for its use as a predictable resource for clothing design studies in science and engineering research. It also provides valuable information for those interested in the future directions of the textile industry.

Keywords: Machinery, production, technology, clothing.

INVESTIGATING THE ROLE OF DUKUN BEROBAT IN SUBAH, WEST KALIMANTAN

Agnes HESTIANI[1], Agnes SEPTIANI[2,] Tiara CLARITA[3]

[1]Widya Dharma University, English Language and Culture

[2] Widya Dharma University, English Language and Culture

[3] Widya Dharma University, English Language and Culture

Abstract

Traditional medicine remains an essential form of healthcare for many Indonesian communities, including those in Subah, West Kalimantan. One widely practiced traditional healing method is consulting a dukun (traditional healer). Despite the increasing presence of modern medical services, people continue to seek help from dukun for both physical ailments and spiritual disturbances. This study aims to explore the healing practices of dukun in Subah, focusing on the treatment methods, types of illnesses addressed, and the factors influencing the community's preference for traditional over modern healthcare. Using a qualitative approach, the research employs direct observations and interviews with both the dukun and community members. The study also analyzes how trust in dukun is built and the broader social and cultural roles they fulfill. Findings are expected to offer insights into the significance of dukun in the traditional healthcare system and suggest how traditional and modern medical practices could be integrated. Furthermore, this research aims to contribute to policy discussions on recognizing and incorporating traditional healing into Indonesia's national healthcare system.

Keywords: dukun, traditional healer, Subah, West Kalimantan, traditional medicine, community trust, healthcare system, cultural practices, integration, public health

THE ANTI-MALARIA MAGIC OF GARLIC: A DEEP DIVE INTO ALLIUM SATIVUM HEALING POTENTIAL

K.R.Padma[1], K.R.Don[2]

[1]Department of Biotechnology, Sri Padmavati Mahila Visvavidyalayam (Women's University), Tirupati, AP. Orcid no: 0000-0002-6783-3248

[1]Reader, Department of Oral Pathology and Microbiology, Sree Balaji Dental College and Hospital, Bharath Institute of Higher Education and Research (BIHER) Bharath University, Chennai, Tamil Nadu, IndiaOrcid No: 0000-0003-3110-8076.

Abstract

Even though malaria is a treatable and preventable disease, it continues to cause morbidity and mortality. Garlic (Allium sativum) has numerous health benefits in addition to its culinary features. This review explores garlic's culinary and therapeutic uses, with a focus on its outstanding antiparasitic properties. Garlic's bioactive components, including allicin, ajoene, and diallyl sulfides, make it helpful against numerous parasite illnesses, according to recent review research. These chemicals have demonstrated strong antiparasitic effectiveness in both in vitro and in vivo tests. The study summarizes studies showing garlic's usefulness in treating parasitic disorders such as malaria, giardiasis, leishmaniasis, schistosomiasis, and more. However, the growth of drug-resistant parasites, particularly Plasmodium falciparum, impedes malaria control measures. Plasmodium falciparum and Plasmodium vivax are prevalent across Ethiopia, accounting for 60% and 40% of malaria infections, respectively. The purpose of this report was to provide an overview of the phytochemical contents, variety, and action of several compound extracts on drug-resistant Plasmodium species. Many plant species, 200 in all, have been found in 82 research for usage in traditional malaria therapies around the country. Allium sativum, Croton macrostachyus, and Carica papaya were the most widely utilized medicinal plant species. Among these, *A. sativum* included numerous phytochemical components utilized to treat malaria. The most commonly reported active ingredients against drug-resistant malaria are alkaloids, flavonoids, phenolics, terpenoids, and glycosides. The plant has a high nutritional content and amazing medicinal potential. The outcomes of this study are required to evaluate the therapeutic potential since it could be a promising option for medication development.

Keywords: Allium sativum, Malaria, Flavonoids, antiparasitic activity, Drug resistant.

THE EFFECT OF CHLOROFORM EXTRACT OF Carica papaya SEEDS ON AQUATIC LIFE: ACUTE TOXICITY AND GROWTH INHIBITION IN Damo rerio (ZEBRAFISH) AND Pseudokirchneriella subcapitata (GREEN ALGAE)

K.R.Padma[1], K.R.Don[2]

[1]Assistant Professor, Department of Biotechnology, Sri Padmavati Mahila Visvavidyalayam (Women's University), Tirupati, Andhra Pradesh. (Corresponding author) Orcid No:0000-0002-6783-3248.

[2] Reader, Department of Oral Pathology and Microbiology, Sree Balaji Dental College & Hospital, Bharath Institute of Higher Education & Research (BIHER) Bharath University, Chennai, Tamil Nadu, India Orcid No: 0000-0003-3110-8076

Abstract

This research evaluates the acute toxicity and growth inhibition effects of the chloroform extract of Carica papaya seeds on zebrafish (Danio rerio) and green algae (Pseudokirchneriella subcapitata). The toxicity assessment for fish followed a 96-hour exposure protocol, revealing a dose-dependent increase in mortality, with an LC50 of 296.28 mg/L. Behavioral changes such as erratic swimming, hyperactivity, and loss of equilibrium were observed before mortality at higher concentrations. Complete lethality was recorded at 506.25 mg/L and above. In contrast, the algal growth inhibition test was conducted following OECD Guideline 201, with test concentrations rangmg from 1 to 100 mg/L. The highest concentration (100 mg/L) resulted in minimal gro'Mh inhibition (4.37%-4.40%) and yield inhibition 19.38%–19.49%) The ErC50 and EyC50 values exceeded 100 mg/L, indicating low toxicity to algae within the tested range. Microscopic observations showed no significant morphological damage to algal cells. Additionally, GC-MS analysis detected bioactive compounds such as Benzyl Isothiocyanate, Oleic Acid, Linoleic Acid, Palmitic Acid, and Stearic Acid, known for their biological activity, which may contribute to observed toxicity in fish. The findings suggest that Carica papaya seed extract poses moderate risks to fish but limited toxicity to algae at environmentally relevant concentrations. This study highlights the importance of further research on long-term effects, bioaccumulation, and molecular mechanisms of toxicity to better understand its potential environmental impact and ensure safe applications in aquatic ecosystems.

Keywords: Carica papaya seeds, Zebrafish, green algae, Toxicity, Bioaccumulation

IN VITRO ANALYSIS OF MARGINAL ADAPTATION AND FRACTURE RESISTANCE OF ENDO-CROWNS DIGITALLY MADE IN TWO DIFFERENT MATERIALS.

Giuseppe Ferri[1], Andrea Morgante[1], Gualtiero Gherardi[1] , Niccolò Carrai[1] , Rebecca Palumbo[1] , Roberta Moramarco[1], Luca Testarelli[1] , Anamaria Beatrice Burete[1], Dario Di Nardo[1], Alessio Zanza[1], Elisa Maccari[1] , Rodolfo Reda[1]

[1]Department of Oral and Maxillofacial Sciences, Sapienza University of Rome, Via Caserta 06, 00161 Rome, Italy;

Abstract:

Background: An endocrown is a restoration that can be defined as a one-piece restoration, which replaces the entire crown of the tooth, retained with an extension at the level of the pulp chamber, and with the occlusal adhesion principles of adhesive restorations. Endocrowns represent, in some contexts, a valid alternative for restoring endodontically treated teeth with severe coronal damage.

Materials and methods: After preparation, and 7 days of storage at 37 °C and 100% humidity, a digital impression was obtained with a Trios 5 scanner, and sent to the lab, where the endocrown design was performed on EXOCAD, same design in two different materials (ZR and LD). From the digital files, 4 epoxy resin framework models were produced as to proceed with the bonding procedures and marginal gap analyses. To proceed with bonding the endocrowns, the internal surface was treated with 5% hydrofluoridric acid (IPS Ceramic Gel Etching; Ivoclar Vivadent AG) for 20 seconds for the LD group, while, for the ZR group, endocrowns were airborne particle abraded (Rocatec System; 3M ESPE). The samples were bonded with PANAVIA SA cement universal (Kuraray), a dual-polymerizing resin cement, under finger pressure for 60seconds.

Results: Statistical tests revealed a statistically significant difference between the different groups. Tukey testing demonstrated that ZR has the highest fracture toughness values compared to LD. At significantly lower values the LD showed fractures (often however with irregular patterns, typical of ceramics) which were sometimes even restorable. Conversely, Zr showed clear fracture margins (with a particularly rough separation surface).

Conclusions: The choice of different materials affected the fracture resistance of this kind of restoration. The possibility of producing these restorations in a full digital workflow, also considering the coronal position of the finishing line compared to other restorations, guarantees a favorable factor.

Keywords: Endo-Crowns; endocrown; intra-radicular retention; post; core; post-core; fiber-post; adhesive; Lithium-Disilicate; Lithium-Disilicate; Katana; Zirconia.

IMPACT OF AROMATHERAPY WITH LAVENDER ESSENTIAL OIL ON ANXIETY LEVELS IN PATIENTS UNDERGOING CLOSED MRI SCANS

[1]Dr. Eman Abdelaziz Ahmed Rashad Dabou, Assistant professor, RAK Medical health science university, UAE.

[2]Dr. Amany M .Sheb, lProfessor of Medical surgical nursing faculty of nursing Mansoura University

[3]Dr. Mona Gamal Mohamed, Assistant professor, RAK Medical health science university, UAE.

ABSTRACT

Introduction: Magnetic resonance imaging (MRI) is one of the diagnostic imaging techniques that can provoke anxiety in certain patients. It might lead to the cancelation of the MRI. The lavender essential oil has a long historical anxiolytic benefit.

Aim: This study aimed to examine the effect of lavender essential oil inhalation with a massage on anxiety level for patients undergoing closed magnetic resonance imaging.

Methods: the study was a quasi-experimental approach. The study conducted at Magnetic Resonance Imaging Unit. A convenient sample of 100 patients divided into the study and control group (50 patients for each). Two tools were used in the study. Those were structured interview questionnaire that elicited the patients' sociodemographic characteristics, and State-Trait Anxiety Inventory to identify the patients' anxiety levels.

Results: There were no statistically significant differences between the two groups concerning the anxiety level before the MRI procedure ($\chi 2$ =2.041, P = 0.495). While there were statistically significant differences between both groups concerning anxiety level post-MRI procedure and after receiving interventions ($\chi 2$ =35.135, P = 0.000), there was a highly statistically significant difference between anxiety level before and after receiving intervention in study group patients (t 77.059, P = 0.000).

Conclusion: Patients undergoing a closed magnetic resonance imaging who inhaled and massaged their hands with Lavender essential oil exhibited a reduced level of anxiety compared to the control group and compared to their preintervention level. The study recommended using the lavender essential oil, an inexpensive and noninvasive intervention, in reducing MRI anxiety or other anxiety-producing procedures.

Keyword: Aromatherapy, Lavender essential oil, anxiety, Closed Magnetic Resonance Imaging.

GENETIC PERCEPTION FOR BREAST CANCER AT-RISK WOMEN IN EGYPT

Amany M. Shebl[1], Engy Abdelrahman Khamis[2]

[1]Professor of Medical Surgical Nursing - Faculty of Nursing – Mansoura University

[2]Assistance Professor of Medical Surgical Nursing - Faculty of Nursing – Modern University for Technology and Information (MTI), Egypt.

Abstract:

Breast cancer remains the most common type of female cancer in Egypt with an age-specific incidence of 48.8 and 46,000 incident cases are estimated in 2050. People who inherit a harmful change in one of genes have increased risks of several cancers—most notably breast and ovarian cancer, but also several other types of cancer. More than 60% of women who inherit a harmful change in BRCA1 or BRCA2 will develop breast cancer during their lifetime***. The study aims*** to assess genetic test awareness for at risk woman. ***Research design:*** a descriptive design was conducted. ***Setting***: the study was conducted at the outpatient clinics of Ayady 4040 Association, Alexanderia; Egypt. ***Sampling:*** A purposeful sample consists of 2296 breast cancer at risk women. ***Tools***: Breast Cancer Risk Assessment Tool. ***Results*** of this study indicated that, the mean age of women was 49.5 ±10. BC awareness score level on genetics test (12.5%). ***Conclusion***: There was low awareness level of the at-risk women' on genetic test. ***Recommendation*****:** The study suggested Egyptian health program involved population genetic tests.

Keywords: genetic test, Breast cancer, genetic counseling.

A GREEN SPECTROPHOTOMETRIC METHOD FOR DETERMINATION OF SALIVARY THIOCYANATE

Meriem DADOUCH[1,2]

[1] Department of Pharmacy, Faculty of Medicine, University of Djilali Liabes, Sidi Bel Abbes, 22000, Algeria, https://orcid.org/0000-0002-5652-8475

[2]Laboratoire de Chimie Physique des Macromolécules et des interfaces biologiques, 29000, Mascara, Algeria, https://orcid.org/0000-0002-5652-8475

Abstract

Saliva is a biological fluid with precious diagnostic value, non-invasive, and easily collected. Saliva includes several biomarkers, such as the thiocyanate ion, which is a biomarker of accidental or professional exposure to toxic smoke and gases. It is also a biomarker of diseases such as certain hypothyroidism and anticancer treatments like sodium nitroprusside. Salivary thiocyanate determination has important biomedical and toxicological relevance. UV-visible spectrophotometry has been used to determine thiocyanate in saliva using an eco-friendly procedure. The method used is based on the formation of a red ferric ion complex with thiocyanate, which absorbs strongly at 460 nm. The complexation reaction was performed in an acidic medium by adding ferric chloride to samples and standard solutions. The complex was then measured by spectrophotometry. A calibration curve between 0.0125–1 mM thiocyanate was established with a correlation coefficient of 0.999, a detection limit of 0.0036 mM, and a quantification limit of 0.0121 mM. Furthermore, the interference of some salivary compounds (salts and metabolites) was assessed at different concentrations. Finally, to demonstrate the clinical value of the thiocyanate assay in saliva, a comparative study was carried out on whole saliva samples collected from individuals selected and divided into groups according to sex and status (active smokers, passive smokers, and non-smokers). Data was analyzed using Student test and results showed a significant difference in thiocyanate levels between the three groups.

Keywords: Saliva, biomarker, thiocyanate, diagnostic, spectrophotometry

DESIGNING AN EVIDENCE-BASED WEBSITE FOR HOME MONITORING OF CARDIOVASCULAR DISEASE PATIENTS

By Amina Mohamed Mohamed Salama

Demonstrator of Community Health Nursing-Faculty of Nursing- Mansoura University

https://orcid.org/0000-0003-1146-7805

Background: Cardiovascular diseases impose a heavy burden on patients, their families, and health care systems. Remote monitoring for cardiac patients through integrating computing platforms and wireless communication technologies has improved healthcare quality. Evidence-based design ensures the best usability of health monitoring websites. **Aim:** The study aimed to design an evidence-based website for monitoring patients with cardiovascular disease at home. **Method:** The Delphi study design was used to conduct this study. A judgmental sampling technique was used to recruit 15 experts, including community health nurses, cardiologists, and computer engineers, across two Delphi rounds to obtain their consensus on designing the monitoring website. It was also used to recruit 30 cardiac patients to assess their health condition and gather their feedback on using the website. Convenience sampling techniques were used to recruit 5 community health nurses to gather feedback on the designed monitoring website. **Results:** The website was designed based on expert input, focusing on key elements such as layout, communication methods, privacy, types of health data, educational content, accessibility, and preferred learning formats. Experts reached a strong consensus on the design. Cardiac patients showed good knowledge about coronary artery disease but reported low adherence to medication. Their self-management skills in areas like sleep, smoking, and physical activity were acceptable, but they needed improvement in diet, stress management, and coping strategies to prevent complications and maintain quality of life. **Conclusion:** The study concluded that digital health solutions, like a remote monitoring website for heart disease patients, are effective and well-received. This approach empowers patients to track vital health indicators from home and provides access to reliable educational resources, supporting better disease understanding and healthier lifestyle management.

Keywords: Cardiovascular disease, Evidence, Home Monitoring, Websites.

EXPLORING THE RELATIONSHIP BETWEEN COMPASSION FATIGUE, STIGMA, AND MORAL DISTRESS AMONG PSYCHIATRIC NURSES: A STRUCTURAL EQUATION MODELING STUDY

Hanaa M Abo Shereda [1, 2, 3], Samirh Said Alqhtani [2 ,3] and , Abeer Selim[4]

Dr. Hanaa M Abo Shereda, Psychiatric and Mental Health Nursing,

ORCID ID: 0000-0002-5374-8456

[1]Department of Psychiatric Mental Health Nursing, Faculty of Nursing, Menoufia University, Shibin El Kom, Egypt.

[2]College of Nursing, King Saud bin Abdulaziz University for Health Sciences, Riyadh, Saudi Arabia.

[3]King Abdullah International Medical Research Center (KAIMRC), Riyadh, Saudi Arabia.

Dr. Samirh Said Alqhtani, Psychiatric and Mental Health Nursing,

ORCID ID: 0000-0003-2281-5537

[2]College of Nursing, King Saud bin Abdulaziz University for Health Sciences, Riyadh, Saudi Arabia.

[3]King Abdullah International Medical Research Center (KAIMRC), Riyadh, Saudi Arabia.

Dr. Abeer Selim, Psychiatric and Mental Health Nursing,

ORCID ID: 0000-0001-7762-993X

[4]Psychiatric and Mental Health Nursing Department, Faculty of Nursing, Mansoura University, Mansoura, Egypt.

Abstract

Background: Psychiatric nurses experience unique emotional and ethical challenges, including moral distress, associative stigma, and compassion fatigue, that can negatively affect their mental health and clinical performance. The complex relationship among these variables has not been clearly defined. Thus, this study aimed to determine the levels of compassion fatigue, associative stigma, and moral distress and to investigate how these factors interact with an emphasis on the role of compassion fatigue in mediating the relationship between associative stigma and moral distress.

Methods: A convenient sampling technique was used to recruit nurses from Erada Mental Health Complex in Riyadh. In addition to sociodemographic data, three validated tools were used to collect data: the Compassion Fatigue Scale, Clinician Associative Stigma Scale, and Moral Distress for Healthcare Professionals Scale. The structural equation modeling was used to examine the relationship among the three variables using the 'lavaan' package.

Results: Mediation analysis revealed that compassion fatigue significantly mediates the relationship between associative stigma and moral distress, with 80% of the total effect mediated ($\beta = 6.38$, $p < 0.001$). Direct and indirect effects were confirmed, with associative stigma impacting moral distress both directly ($\beta = 1.64$, $p < 0.001$) and through compassion fatigue (84% of the effect). Structural equation modeling showed a satisfactory model fit ($\chi^2/df = 2.84$, CFI = 0.90, RMSEA = 0.075) and supported the central role of compassion fatigue in this relationship.

Conclusions: Our findings underscore the importance of addressing compassion fatigue and associative stigma to alleviate moral distress among psychiatric nurses. To ensure nurses' well-being and the delivery of high-quality mental health care, interventions such as peer support groups, resilience training, and organizational initiatives to decrease stigma and compassion fatigue should be considered for all nurses working in psychiatric mental health settings.

Keywords: Associative stigma; Compassion fatigue; Mental health nurses; Moral distress; Psychiatric nurses; Saudi Arabia.

EFFECT OF A HOME-BASED PHYSICAL REHABILITATION PROGRAM VIA VIRTUAL REALITY ON THE FUNCTIONAL OUTCOMES OF FRAIL OLDER ADULTS: A QUASI-EXPERIMENTAL STUDY

[1*]Doaa Mohamed Zein El-Abdeen Mohamed, [2*]Heba Noshy Abd EL-Aziz Mohamed, [3*4*]Soad Hassan Abd Elhameed

[1*]Doaa Mohamed Zein El-Abdeen Mohamed, Assistant Lecturer in Gerontological Nursing Department, Faculty of Nursing, Mansoura university, Egypt, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-1642-3641
[2*]Heba Noshy Abd EL-Aziz Mohamed, Assistant Professor in Gerontological Nursing Department, Faculty of Nursing, Mansoura university, Egypt, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-0936-2679,
[3*]Soad Hassan Abd Elhameed, Professor in Gerontological Nursing Department, Faculty of Nursing, Mansoura university, Egypt, [4*] Acting Dean of the Faculty of Nursing, of New Mansoura University, Department of Community Health Nursing, Faculty of Nursing, New Mansoura University, New Mansoura, Egypt, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3550-1580

Background: Given the rapid aging of the population in Egypt, efforts to slow down or prevent frailty, to support the health of older adults, should be an important public health priority. Virtual reality technology constitutes a promising rehabilitation strategy, but its effect on frailty in older adults remains inconclusive. Therefore, this study examined the effect of home-based physical rehabilitation program via virtual reality on functional outcomes of frail older adults. **Method:** A non-equivalent control pre, post, and follow-up test design was used with a sample of 70 prefrail or frail older adults (35 in the experimental and 35 in the control group). In 3 urbans affiliated to Dakahlia governorate to produce nationally representative samples, five tools will be used to collect data pertinent to the study: Tool I: Mini-Cog, Tool II: Demographic and Health Related Data Structured Interview Schedule, Tool III: Survey of Health, Aging and Retirement in Europe of the Frailty Indicator (FI), Tool IV: Short Physical Performance Battery, and Tool V: Falls Efficacy Scale. The program was performed for 30 min, 4 weeks (twice a week in the 1st two weeks and 3 times a week in the next two weeks), for 10 sessions. **Results:** For each group, we assessed the significant improvement in frailty, physical performance (standing balance test, gait speed test, and chair stand test), and falls increased from each measurement period to immediately after ($p < 0.001$), and within the 30-days study period while those in the control group were relatively stable over time and sometime worsen. **Conclusions**: It was concluded that the baseline characteristics and assessment results were similar between groups. We observed significant improvements in the intervention group in terms of frailty criteria, standing balance, gait speed, chair stand, and fear of fall. No improvements were observed in the control group. By integrating exergaming into the program, we anticipate a decrease in frailty index, and increase in standing balance, gait speed, chair stand, and fear of fall, reinforcing the proven benefits of the exercise in this vulnerable population.

Keywords: Effect, Home-Based, Physical Rehabilitation, Virtual Reality, Functional Outcomes, Frail Older Adults

DO-IT-YOURSELF DEVICES FOR TRAINING CPR IN LAYPEOPLE: A SCOPING REVIEW

MESLEKTEN OLMAYAN KİŞİLERDE CPR EĞİTİMİ IÇİN KENDİN YAP CİHAZLARI: BİR KAPSAM BELİRLEME INCELEMESİ

[1]Tina van Duijn, School of Physical Education, Sport and Exercise Sciences Te Kura Para-Whakawai, University of Otago – Otakou Whakaihu Waka, Otepoti, New Zealand ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3869-7600

[2]Nagwa Yehya Ahmed Sabrah, Faculty of Nursing, Mansoura University, Egypt, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7981-8088

[3]Jeffrey Pellegrino, School of Disaster Science & Emergency Services, University of Akron, Ohio, USA, ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3650-158X

Background: Cardiopulmonary resuscitation (CPR) is vital for sustaining blood circulation in patients with cardiac arrest while awaiting advanced care. However, CPR courses often require commercial, complicated, and expensive manikins. To increase the scope of alternative training methods and to address the issue of commercial manikin availability, low-cost manikins have been developed and shown to achieve learning and retention of compression motor skills. **Aim:** This review aims to describe technical elements currently used in DIY devices, narratively present the findings of current research, identify researchable gaps in the evidence base, and provide considerations for future development and implementation. **Method:** This inquiry was structured by the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR) guidelines. A systematic search of 14 academic databases and popular media archives, with additional hand searches, identified academic reports and resources describing DIY compression device construction and/or implementation. Research studies were synthesized narratively, and the main characteristics of all resources were presented in a table. **Results:** Fifteen studies compared learning outcomes of CPR practice, either pre-post DIY practice or between DIY and commercial manikins. Studies varied in the intervention (e.g., learning modality, time, manikin) and measurement, which precluded formal meta-analysis. Of the 55 different DIY devices described throughout all resources, 26 (47.3%) used plastic bottles for compression practice. Analysis of the resources revealed gaps in the current evidence base, such as a lack of clear assessment criteria, standardized procedures for comparisons, and sociocultural questions. **Conclusion:** This scoping review has identified a few studies describing different DIY devices for learning basic CPR skills to different extents. While there is a need for a more comprehensive search and full systematic review, the findings serve as a starting point for future investigations and support evidence-based choices regarding DIY manikins for teaching adult CPR.

Keywords: *Cardiopulmonary Resuscitation, Do-it-Yourself, Handmade, Manikin, Training*

Previously published: Van Duijn, T. Sabrah, N., & Pellegrino, J.L. (2024). Do-It-Yourself Compression Devices for Cardiopulmonary Resuscitation Training in Laypeople: A Scoping Review. International Journal of First Aid Education, 7(1). https://doi.org/10.25894/IJFAE.2306

BRIDGING KNOWLEDGE TO PRACTICE: ORAL CARE BUNDLE TRAINING FOR CRITICAL CARE NURSES

BİLGİ İLE UYGULAMA ARASINDA KÖPRÜ KURMAK: YOĞUN BAKIM HEMŞİRELERİ İÇİN AĞIZ BAKIM PAKETİ EĞİTİMİ

[1]Nagwa Yehya Ahmed Sabrah, Assistant Lecturer of Critical Care and Emergency Nursing, Faculty of Nursing, Mansoura University, Egypt.

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7981-8088

[2]Jeffrey L. Pellegrino, Associate Professor of Emergency Management & Homeland Security, College of Health and Human Sciences, University of Akron, Ohio, United States. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3650-158X

[3]Hend El-Sayed Mansour, Assistant Professor of Critical Care and Emergency Nursing, Faculty of Nursing, Mansoura University, Egypt. ORCID:

[4]Marwa Fathallah Mostafa, Assistant Professor of Critical Care and Emergency Nursing, Faculty of Nursing, Mansoura University, Egypt. & Associate Professor of Critical Care and Emergency Nursing, Faculty of Nursing, British University, Egypt. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0386-9011

[6]Nahed Attia Kandeel, Professor of Critical Care and Emergency Nursing, Faculty of Nursing, Mansoura University, Egypt.

ORCID: https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0003-2337-2344

Background: Critical care nurses play a crucial role in delivering direct patient care within intensive care units, including the provision of oral hygiene. The implementation of oral care bundles has been shown to reduce the incidence of ventilator-associated pneumonia and support the maintenance of oral health. However, variability in nurses' oral care practices persists, underscoring the necessity for structured training and education to bridge the gap between evidence and clinical practice, thereby enhancing patient outcomes. **Aim:** The aim of this study was to investigate the effect of oral care bundle educational sessions on critical care nurses' practice. **Method:** A quasi-experimental research design was used to evaluate the practices of a convenience sample of 41 critical care nurses from a university-affiliated hospital in Egypt, pre- and post-educational sessions. Data collection was carried out using a standardized tool designed to assess nurses' implementation of the oral care bundle. **Results:** The overall practice of the oral care bundle interventions by nurses significantly improved following the educational sessions compared to pre-educational session levels ($p< 0.001$). **Conclusion and Recommendations:** The findings underscore the efficacy of oral care bundle educational sessions in improving the oral care practices of nurses in critical care settings. It is therefore imperative that nurses participate in ongoing professional education and systematically apply current evidence-based practice to sustain high standards of patient care.

Keywords: *Critical Care Nurses, Oral Care Bundle, Practice, Sessions*

ASSESSMENT OF THE PRECONCEPTION HEALTH RISKS AMONG WOMEN AT REPRODUCTIVE AGE

El-Shaimaa El-Ansary[1]. , Howida Ragab Mohamed Ragab[2]. , and Eman A. Fadel[3].

[1] Assistant Professor of Woman's Health & Midwifery Nursing, Faculty of Nursing, Mansoura University, Egypt.

[2] Assistant Professor of Obstetrics and Gynecological Nursing, Faculty of Nursing, Zagazig University, Egypt.

***[3] Assistant Professor of Woman's Health & Midwifery Nursing, Faculty of Nursing, Mansoura University, Egypt. ORCID: 0000-0002-7495-3491**

Background: Preconception health risks assessment is a critical issue especially among women of reproductive age, due to the health risks it poses for both the mother and the fetus. Aim: This study aimed to assess the preconception health risks among women at reproductive age. Design: A cross-sectional descriptive research design was utilized. **Sampling**: A purposive sample of 384 women at reproductive age was recruited. **Setting**: the study sample was recruited from the Maternal and Child Health Center at Mansoura City, Egypt. **Tool**: A self-administered questionnaire was utilized to assess the women's general characteristics and preconception health risks. **Results**: The study revealed that among the non-modifiable preconception health risks, a family history disease was present in more than three-fourths of the studied women. Additionally, multiparty was observed in more than three-fifths of the women. More than one-third of the participants were shorter than 150 cm in height. Regarding modifiable preconception risks, most women consumed dark caffeine and frequently ate large meals. More than two-thirds were regularly exposed to passive smoking, and more than two-fifths did not engage in regular exercise or receive routine dental care. **Conclusion**: The most non-modifiable preconception health risk was family history of chronic diseases, while the most prevalent modifiable preconception behavioral health risks were drinking caffeine, and eating frequently large meals. **Recommendations**: Primary healthcare providers should screen all women for their pregnancy intention and provide the appropriate preconception care services.

***Keywords**: Health risks, Preconception, Reproductive-age women.*

EVALUATION OF VERTICAL DIMENSIONS IN ORTHOGNATHIC SURGERY USING 3D CEPHALOMETRY AND TFA SUPERIMPOSITION: A CONSECUTIVE CASE SERIES

M. Cianfriglia[1], S. Leporale[1], R. Moramarco[1] , V. Martini[1], C. Marocco[1], C. Bramucci[2], F. Sestito[1], R. Reda[1] , L. Testarelli[1], T. Testori[3,4,5], G. Perrotti[6].

[1]Department of Oral and Maxillo-Facial Sciences, Sapienza University of Rome, Rome, Italy;

[2]Fondazione Policlinico Universitario Campus Bio-Medico, Via Alvaro del Portillo 200, 00128 Roma, Italy;

[3]IRCCS Istituto Ortopedico Galeazzi, 20161 Milan, Italy;

[4]Department of Biomedical, Surgical and Dental Sciences, University of Milan, 20126 Milan, Italy;

[5]Department of Periodontics and Oral Medicine, School of Dentistry, University of Michigan, Ann Arbor, MI 48109, USA; [6]Lake Como Istitute, 22100, Como, Italy.

Abstract

Aim: Cephalometry is fundamental in diagnosis, analysis, and planning of orthodontic surgical treatment as it reveals skeletal relationship between the upper and lower jaw as well as facial aesthetic parameters. Nevertheless, 3D cephalometry has still not become the exam of choice in orthognathic treatment even though today CBCT (Cone Beam Computed Tomography) is routinely used in other branches of dentistry. The aim of this study is to evaluate the advantages and disadvantages of the two methods in orthognathic surgery.

Materials and Methods: In a sample of 13 patients undergoing bimaxillary orthognathic surgery a chin-vertex CBCT exam was prescribed prior to orthodontic treatment (OT)and 12 months after surgery (T1). The DICOM files uploaded to MaterialiseSimplant Ortho software pro 2.1 (Materialise Co., Leuven, Belgium) were analyzed following the multiplane 3D Total Face cephalometry protocol (TFA).

Results: Results comparing pre-op and post-op TFA 3D cephalometry, were then evaluated considering reference values reported in literature. The CBCT, carried out preand post-surgery, were subsequently analyzed employing the superimposition method using cranial base as reference.

Discussion and Conclusions: The TFA 3D cephalometry allows the assessment of various bones not only singularly but also considering the rightproportion with others.The advantages ofTFA cephalometry are mostly due to speed of execution thanks to a user-friendly interfacerequiring a learning curve that is similar to traditional 2D cephalometry methods.This 3D analysis was carried out evaluating the relationship between skeletal structures making the approach especially flexible and dynamic. The 3D visualization allowsthe determination of the extent of skeletal disharmony. Multiplane 3D TFA allows the clinician to locatewhere major or minor skeletal discrepancies are found with respect to ideal parameters and is

alsouseful in classifying skeletal intermaxillary relation. The superimposition method is highly intuitivebut does not provide information on the quantity and location of osteotomic movement.

Keywords: total face approach; superimposition; orthognathic surgery.

KOROVKIN TYPE APPROXIMATION THEOREMS FOR STATISTICAL K_a-CONVERGENCE WITH RESPECT TO POWER SERİES METHOD

KUVVET SERİSİ YÖNTEMİNE GÖRE İSTATİSTİKSEL K_a-YAKINSAKLIK İÇİN KOROVKIN TİPİ YAKLAŞIM TEOREMLERİ

Selin ÇINAR[1], Sevda Yıldız[2], Fadime Dirik[3]

[1]Dr. Öğr. Üyesi, Sinop Üniversitesi, Matematik, 0000-0002-6244-6214

[2]Doç. Dr., Sinop Üniversitesi, Matematik, 0000-0002-4730-2271

[3]Prof. Dr., Sinop Üniversitesi, Matematik, 0000-0002-9316-9037

Özet

Yaklaşım teorisi, fonksiyonların belirli bir anlamda yaklaşık olarak temsil edilmesini inceleyen önemli bir matematiksel disiplindir. Bu bağlamda, Korovkin yaklaşım teoremleri, özellikle pozitif lineer operatörler aracılığıyla sürekli fonksiyonların yakınsaklığını belirlemede önemli bir rol oynamaktadır. Korovkin teoremi, yalnızca test fonksiyonları yardımıyla yakınsaklığın sağlanması durumunda, tüm sürekli fonksiyonlar üzerinde de bu yakınsaklığın gerçekleşeceğini garanti eder. Bu özelliği sayesinde, teorik çalışmaları sadeleştiren güçlü bir pratik bir araçtır. Korovkin yaklaşım teoremi, klasik formunun ötesine taşınarak birçok matematikçi tarafından farklı bağlamlarda incelenmiş ve geliştirilmiştir. Teoremin temel yapısı, daha geniş ve çeşitli fonksiyon sınıflarına uygulanabilecek şekilde genişletilmiş, böylece farklı özelliklere sahip fonksiyonların yaklaşık temsilinde de kullanılabilir hale getirilmiştir. Aynı zamanda, yakınsaklık kavramına getirilen yeni yorumlar ve genelleştirmeler sayesinde Korovkin teoremleri bu alternatif çerçevelerde de yeniden ele alınmıştır. Bu çalışmalar sayesinde, hem daha esnek ve kapsamlı teorik sonuçlar elde edilmesine hem de pratikte karşılaşılan karmaşık problemlerin çözümünde daha etkili yaklaşımlar geliştirilmiştir. Farklı uzaylar ve yakınsaklık çeşitleri ile Korovkin tipi sonuçların elde edilmesi, yaklaşım teorisinin hem derinliğini hem de uygulanabilirliğini artırmıştır. Bu durum, teoremin yalnızca klasik bir sonuç olmaktan çıkıp, günümüz matematiksel analizinde dinamik bir araştırma konusu haline gelmesini sağlamıştır. Bu sunumda, $I = [0,\infty)$ olmak üzere $H_\omega(I)$ uzayı için kuvvet serisi yöntemine göre istatistiksel K_a-yakınsama kavramı tanıtılarak Korovkin tipi bir yaklaşım teoremini kanıtlıyoruz. Sonrasında, ana teoremimizin koşullarını sağlayan bir örnek sunuyoruz. Son olarak, pozitif ve doğrusal operatörler için süreklilik modülü yardımıyla kuvvet serisi yöntemine göre istatistiksel K_a-yakınsama kavramı kullanılarak yakınsama oranlarını hesaplıyoruz.

Anahtar kelimeler: İstatistiksel yakınsaklık, Kuvvet serisi yöntemi, K_a-yakınsaklık, Korovkin teorem

Abstract

Approximation theory is an important mathematical discipline that studies the approximate representation of functions in a certain sense. In this context, Korovkin approximation theorems play an important role in determining the convergence of continuous functions, especially through positive linear operators. Korovkin's theorem guarantees that if convergence is achieved with the help of test functions only, this convergence will also be obtained on all

continuous functions. Thanks to this property, it is a powerful and practical tool that simplifies theoretical studies. Korovkin's approximation theorem has been studied and developed by many mathematicians in different contexts, going beyond its classical form. The basic structure of the theorem is generalised so that it can be applied to a wider and more various class of functions, thus making it applicable to the approximation of functions with different properties. At the same time, thanks to new interpretations and generalizations of the notion of convergence, Korovkin's theorem is revisited in these alternative frameworks. Through these studies, more flexible and comprehensive theoretical results have been obtained and more effective approaches to solving complex problems encountered in practice have been developed. Obtaining Korovkin-type results with different spaces and types of convergence has increased both the depth and applicability of approximation theory. This has made the theorem not only a classical result but also a dynamic research topic in today's mathematical analysis. In this presentation, we prove an approximation theorem of the Korovkin type theorem by introducing the concept of statistical K_a-convergence with respect to the power series method for the space $H_\omega(I)$ with $I = [0,\infty)$. Then, we present an example that satisfies the conditions of our main theorem. Finally, we compute convergence rates for positive and linear operators using the concept of statistical K_a-convergence according to the power series method with the help of the continuity modulus.

Keywords: Statistical convergence, power series method, K_a-convergence, Korovkin theorem

ХАЛЫҚТЫҚ МЕДИЦИНА АРҚЫЛЫ ШАШТЫ ЕМДЕУ ТӘСІЛДЕРІ

Жоргенбаева Айгуль Жаксылыковна*

Түйіндеме

Шаш күтімі мен бас терісінің денсаулығы үшін сенің оларды жуу тәсілдері мен тұрақтылығы басты рөл атқарады.

Әлемдегі миллиондаған әйелдер мен ерлер әртүрлі себептермен жоғалуы мүмкін шашқа күш пен сұлулықты қалай қалпына келтіру туралы ойланады. Мыңдаған медиа-акциялар мен интернет-сайттар бұл мәселені шешудің жолдарын ұсынады. Бірақ шынымен де шашты қалпына келтірудің тиімді жолдары бар ма? Оны анықтауға тырысайық. Шашты қалпына келтіру - бұл шаштың күйін жақсартуға, жылтыр мен әсемдік беруге, тығыздықты қалпына келтіруге, ұштарындағы құрғақтық пен кесінділерді кетіруге, тамырларға май жағуға мүмкіндік беретін косметикалық және күтім процедураларының кешені.

Шашты терең қалпына келтіру үшін шаштың сыртқы бөлігіне де, оның тамырларына да әсер ететін құралдарды қолдану қажет. Дәл осы күрделі әсер шаштың тығыздығын тиімді қалпына келтіруге, оларды серпімділікке, тегістікке және жылтырға қайтаруға мүмкіндік береді.

Үйде шашты қалпына келтіру

Шаштың ішінен тек төмен молекулалық қосылыстар (ұсақ молекулалар) өтеді. Шаш өзегінде жоғары молекулалық заттар қалады. Бұл шашты қалпына келтіру өнімдерінің көпшілігінің негізі. Олардың белсенді ингредиенттері шаштың бетіне түседі және, сол сияқты, оның таразысын жауып, зақымдалған жерлерін тегістейді, шаштың өзегінен судың кетуіне жол бермейді, оны қалың, тегіс және жарық шағылыстырады. Нәтижесінде, шаш көзбен жылтыр, жібектей, қалың болады, дегенмен іс жүзінде оның құрылымы өзгермейді.

Шашты қалпына келтіруге арналған халық рецептері синтетикалық күтім құралдарына балама бола алады. Көбінесе шашқа арналған әртүрлі маскалар қолданылады. Әдетте бал, жұмыртқаның сарысы, эфир майлары және өсімдік майлары сияқты өнімдерді қамтитын көптеген рецепттер бар.

Шаштың өсуі және олардың сұлулығын сақтау үшін ақуыз рационда болуы керек, өйткені шаштың негізгі құрылымдық элементі ол. Ақуызды ет пен жұмыртқадан ғана емес, балықтан да алуға болады. Теңіз өнімдерінде ақуыз бен микроэлементтердің көп мөлшері бар, олар шаш құрылымына жақсы әсер етеді.

Шаштың әдемілігін қалпына келтіру үшін оларға сыртынан және ішінен бір уақытта әсер ету керек. Үй немесе салон әдістері жылтырлықты, жібектік пен қалыңдықты қалпына келтіруге көмектеседі, бірақ бұл емдеу тек шаштың сыртқы бөлігінде жұмыс істейді және оны үнемі жасау керек. Косметикалық процедураларды қолдану тамырларды нәрлендіруге, өсуді жеделдетуге және жаңадан өсіп келе жатқан шаштың денсаулығын қалпына келтіруге мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: шаш, шаш күтімі, молекула,сұлулық

Abstract

For hair care and scalp health, the way you wash them and their durability play a key role.

Millions of women and men around the world are thinking about how to restore strength and beauty to hair that can be lost for a variety of reasons. Thousands of media campaigns and websites offer solutions to this problem. But are there really effective ways to restore hair? Let's try to figure it out.

Hair restoration is a set of cosmetic and care procedures that improve the condition of the hair, give it shine and beauty, restore density, remove dryness and cuts at the ends, and apply oil to the roots.

To deeply restore the hair, it is necessary to use products that affect both the outer part of the hair and its roots. It is this complex effect that allows you to effectively restore the density of hair, returning them to elasticity, smoothness and shine.

Hair restoration at home

Only low-molecular compounds (small molecules) pass through the hair. High molecular weight substances remain in the hair follicles. This is the basis of most hair restoration products. Their active ingredients penetrate the surface of the hair and, similarly, cover its scales and smooth out the damaged areas, preventing water from escaping from the hair shaft, making it thick, smooth and light. As a result, the hair becomes visually shiny, silky and thick, but in fact its structure does not change.
Folk recipes for hair restoration can be an alternative to synthetic care products. Different hair masks are often used. There are many recipes that usually include products such as honey, egg yolks, essential oils and vegetable oils. Protein should be in the diet to maintain hair growth and beauty, because it is the main structural element of hair. Protein can be obtained not only from meat and eggs, but also from fish. Seafood contains a lot of protein and trace elements, which have a positive effect on hair structure.

Vitamins and minerals must be consumed for normal hair growth.

To restore the beauty of hair, they need to be exposed to both outside and inside at the same time. Home or salon methods help to restore shine, silkiness and thickness, but this treatment only works on the outer part of the hair and should be done regularly.

To restore the beauty of hair, they need to be exposed to both outside and inside at the same time. Home or salon methods help to restore shine, silkiness and thickness, but this treatment only works on the outer part of the hair and should be done regularly. The use of cosmetic procedures allows you to nourish the roots, accelerate growth and restore the health of newly growing hair.

Keywords: hair, hair care, molecule, beauty

EFFECTIVE EFFECTS OF NEUROPSYCHOLOGY ON THE LEARNER
"НЕЙРОПСИХОЛОГИЯНЫҢ БІЛІМ АЛУШЫЛАРҒА ТИІМДІ ӘСЕРЛЕРІ"

Түйіндеме

Наурызбаева Гулнара Ғабитқызы*

Нейропсихология – адамның ми құрылымы мен жүйке жүйесінің психикалық процестерге (ойлау, есте сақтау, зейін, сөйлеу, қабылдау, эмоция) әсерін зерттейтін ғылыми сала. Қазіргі таңда бұл ғылымның білім беру саласындағы рөлі артып келеді. Нейропсихология білім алушылардың когнитивтік даму ерекшеліктерін тереңірек түсінуге, оқу процесін тиімді ұйымдастыруға және білім беру сапасын арттыруға мүмкіндік береді.

Білім алушылардың есте сақтау қабілеті, зейін деңгейі, логикалық ойлауы және қабылдау ерекшеліктері әртүрлі болады. Нейропсихологиялық әдістер осы жеке ерекшеліктерді анықтауға көмектеседі. Мұғалімдер мен педагогтар оқушылардың оқу материалын меңгеруіне не кедергі болып жатқанын түсініп, соған сәйкес оқыту әдістерін өзгерте алады.

Сонымен қатар, нейропсихология оқуда қиындықтарға тап болған балаларды ерте кезеңде анықтауға және олардың дамуындағы ауытқулардың алдын алуға көмектеседі. Бұл әсіресе дислексия, дискалькулия, назар жетіспеушілігі және гиперактивтілік синдромы бар балалармен жұмыс істеуде маңызды.

Нейропсихологиялық білім мұғалімдерге бала психикасының даму заңдылықтарын түсінуге, оқыту мен тәрбиелеуде тиімді әдістерді қолдануға жол ашады. Ал оқушылар үшін — өз қабілетін танып, жеке оқу стратегиясын қалыптастыруға көмектеседі.

Нейропсихология білім беру жүйесіне оң ықпал етіп, білім алушылардың психикалық және когнитивтік даму мүмкіндіктерін толық ашуға жағдай жасайды. Бұл ғылым саласы арқылы оқу процесі тұлғаға бағытталған, тиімді әрі нәтижелі бола түседі.

Кілт сөздер: нейропсихология, жүйке жүйесі, қабілет, психика.

Annotation

Neuropsychology is a scientific field that studies the influence of the human brain structure and nervous system on mental processes (thinking, memory, attention, speech, perception, emotion). Currently, the role of this science in the field of education is growing. Neuropsychology allows you to more deeply understand the features of cognitive development of students, effectively organize the educational process and improve the quality of Education.

Learners ' memory, level of attention, logical thinking and perception characteristics will be different. Neuropsychological methods help to identify these individual characteristics. Teachers and educators can understand what is preventing students from mastering the educational material and change teaching methods accordingly.

In addition, neuropsychology helps to identify children who have learning difficulties at an early stage and prevent abnormalities in their development. This is especially important when working with children with dyslexia, dyscalculia, attention deficit and hyperactivity syndrome.

Neuropsychological education opens the way for teachers to understand the laws of the development of the child's psyche, to apply effective methods in teaching and upbringing. And for students-it helps to recognize their abilities and form an individual learning strategy.

In conclusion, neuropsychology has a positive impact on the education system, creating conditions for the full disclosure of the possibilities of mental and cognitive development of students. Through this branch of Science, the learning process becomes more personality-oriented, more effective and productive.

Keywords: neuropsychology, nervous system, ability, psyche.

МЕДИЦИНАЛЫҚ БІЛІМ ДЕ AR.VR -ДІ ҚОЛДАНУ
USING AR.VR IN MEDICAL EDUCATION

Сапахова Нагима Бейсеновна*

Аннотация

Медициналық білім беру саласында жаңа технологиялардың енгізілуі оқу үдерісінің тиімділігін едәуір арттыруда. Соның ішінде AR/VR (Қосымша және виртуалды шындық) технологиялары ерекше рөл атқаруда. Бұл цифрлық шешімдер студенттерге теориялық білімді практикамен ұштастыруға мүмкіндік береді. Автор мұндай технологияны медициналық тұрғыда адам қауіпсіздігі мен медицина саласын арттыру, жақсарту үшін маңыздылығын атап көрсеткен. AR/VR (Қосымша және виртуалды шындық) технологиялары медицина саласындағы инновациялық жасанды интеллект қолданбасы болып табылады. Жұмыста медициналық жабдықтарды жақсарту әлеуеті қарастырылған. AR/VR технологиясы нақты шынайы нысандармен бірге қосымша ақпарат беріп, оқыту материалдарын интерактивті түрде ұсынуға көмектескен. Мысалы, студент науқастың үстіне түсірілген анатомиялық модель арқылы оның ішкі құрылысын көруі мүмкін. Робот құрылғыларды тиімді басқаруға, науқастарды емдеуде, пайдалануда оңтайландыруға мүмкіндік беретін жетілдірілген сенсорлармен және машиналық оқыту алгоритмдерімен жабдықталған.

Мұндай технологиялар арқылы күрделі хирургиялық операциялар, диагностикалық және емдеу шаралары шынайы науқасқа зиян келтірмей, қауіпсіз ортада тәжірибеден өткізіледі. AR/VR платформалары студентке нақты клиникалық жағдайларды симуляция түрінде ұсына отырып, шешім қабылдау қабілетін дамытады. Бұл тек медициналық білім сапасын арттырып қоймай, сонымен қатар дәрігерлік қателіктердің алдын алуға да септігін тигізеді.

VR технологиясын зерттеу жұмысында студент виртуалды ортада операция жасау, диагностика жүргізу және шұғыл медициналық көмек көрсету дағдыларын меңгерген. Бұл әдіс болашақ дәрігерлердің клиникалық ойлау қабілетін арттырып, шынайы тәжірибеге дайындығын күшейтеді. Сонымен қатар, симуляциялық жаттығулар қателіктердің салдарын түсіндіре отырып, оқыту процесін қауіпсіз әрі тиімді етеді.

AR/VR технологияларын зерттеуде студент шалғай аймақтардағы білім алушылар үшін де қолжетімді әрі сапалы медициналық білім алуға жол ашады. Осылайша, бұл технологияларды енгізу медициналық білім беруді жаңғыртып, оны заман талабына сай әрі нәтижелі көрсеткен.

Зерттеу сонымен қатар, виртуалды шындық технологияларын пайдалану арқылы дәлелді медицинаны үйретуде жеңілдей түседі. Мысалы, нақты клиникалық жағдайға ұқсас симуляциялар арқылы диагноз қою, емдеу әдістерін таңдау және медициналық этика бойынша шешім қабылдау жаттығулары өткізіледі.

Кілт сөздер: медицина, клиника, технология

Abstract

The integration of new technologies into the field of medical education significantly enhances the effectiveness of the learning process. Among them, AR/VR (Augmented and Virtual Reality) technologies play a particularly important role. These digital solutions provide students with the opportunity to combine theoretical knowledge with practical experience. The author emphasizes the significance of these technologies in improving patient safety and advancing the quality of healthcare. AR/VR technologies represent innovative applications of artificial intelligence in the medical field. The study explores the potential for improving medical equipment through these technologies. AR/VR solutions deliver additional information alongside real-world objects and help present educational materials in an interactive way. For instance, a student can view the internal structure of a patient's body through an anatomically projected model. Robotic devices are equipped with advanced sensors and machine learning algorithms, enabling optimized operation, treatment, and patient care management.

These technologies allow complex surgical operations, diagnostic, and therapeutic procedures to be simulated in a safe environment without harming real patients. AR/VR platforms provide students with simulated clinical scenarios that help them develop critical decision-making skills. This not only improves the quality of medical education but also helps prevent medical errors.

As part of the research, students acquired skills in performing virtual surgeries, conducting diagnostics, and providing emergency medical assistance. This method enhances future doctors' clinical thinking and strengthens their readiness for real-life practice. Simulated exercises also provide a safe and efficient way to learn from potential mistakes.

Furthermore, the use of AR/VR technologies opens access to quality medical education for students in remote areas. In this way, the implementation of such technologies modernizes the educational process, aligning it with current global standards. The study also shows that virtual reality facilitates the teaching of evidence-based medicine through simulated clinical situations, diagnostic practice, treatment selection, and ethical decision-making training.

Keywords: medicine, clinic, technology

THE IMPACT OF SOCIAL MEDIA ON ADOLESCENTS' SELF-ESTEEM: PSYCHOLOGICAL PERSPECTIVES

Tinalieva Gulmira*

Abstract

In recent decades, social media has become an integral part of the daily lives of adolescents, playing a significant role in their communication, self-expression, and information gathering. These platforms create opportunities for instant interaction, but their impact on the psychological well-being of teenagers is raising growing concerns. One of the main issues is the effect of social media on adolescents' self-esteem. Social media, by offering idealized images of life and appearance, can significantly influence how teenagers perceive themselves, their relationships with others, and their emotional well-being.

The purpose of this research is to examine how various aspects of social media usage influence adolescents' self-esteem. The theoretical section of the study addresses key concepts such as "self-esteem", "influence of social media", "idealized images", as well as "digital addiction" and "social comparison". The research explores theories related to how teenagers perceive themselves through the lens of virtual images, the development of feelings of insecurity, and the consequences of constantly comparing their lives to the idealized portrayals on the internet. The study also focuses on how digital culture influences perceptions of appearance, which becomes a crucial aspect of the formation of adolescents' self-esteem.

The practical part of the work includes a survey of adolescents aged 13–16 (n=100) to identify the extent to which social media influences their self-esteem, psychological state, and body image. It also explores how the amount of time spent on social media is linked to the development of depression, anxiety, and lower self-esteem among teenagers. The findings are expected to provide a more accurate understanding of the main factors affecting adolescents and offer recommendations for parents, educators, and psychologists aimed at reducing these effects.

An important outcome of the study is the development of recommendations to support the psycho-emotional well-being of teenagers, prevent the negative consequences of excessive social media usage, and encourage a more critical approach to the content presented on social media platforms.

Keywords: adolescents, self-esteem, social media, psychological impact, digital addiction, social comparison.

Özet

Son yıllarda sosyal medya, ergenlerin günlük yaşamlarının ayrılmaz bir parçası hâline gelmiş, iletişim, kendini ifade etme ve bilgi edinme gibi alanlarda önemli bir rol oynamaya başlamıştır. Bu platformlar anlık etkileşim fırsatları sunsa da, ergenlerin psikolojik iyi oluşları üzerindeki etkisi giderek daha fazla endişe uyandırmaktadır. Sosyal medyanın ergenlerin benlik saygısı üzerindeki etkisi, bu alanlardaki en önemli sorunlardan biridir. Sosyal medya, idealize edilmiş yaşam ve dış görünüş imgeleri sunarak, ergenlerin kendilerini ve başkalarıyla olan ilişkilerini algılayış biçimlerini ve duygusal durumlarını önemli ölçüde etkileyebilir.

Bu araştırmanın amacı, sosyal medya kullanımının farklı yönlerinin ergenlerin benlik saygısı üzerindeki etkilerini incelemektir. Çalışmanın kuramsal kısmında "benlik saygısı", "sosyal medyanın etkisi", "ideal imgeler", "dijital bağımlılık" ve "sosyal karşılaştırma" gibi temel

kavramlara yer verilmiştir. Araştırma, ergenlerin kendilerini sanal imgeler üzerinden nasıl algıladıklarına, güvensizlik duygularının nasıl geliştiğine ve hayatlarını internetteki idealize edilmiş görüntülerle karşılaştırmalarının olası sonuçlarına odaklanmaktadır. Ayrıca dijital kültürün dış görünüş algısını nasıl etkilediği ve bunun ergenlerin benlik saygısının oluşumundaki rolü de ele alınmıştır.

Çalışmanın uygulamalı kısmında, 13–16 yaş arası (n=100) ergenler arasında yapılan bir anket aracılığıyla, sosyal medya kullanımının benlik saygısı, psikolojik durum ve beden algısı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Ayrıca sosyal medyada geçirilen sürenin depresyon, kaygı ve düşük benlik saygısı gelişimiyle nasıl ilişkili olduğu incelenmiştir. Elde edilen bulgular, ergenleri etkileyen başlıca faktörleri daha doğru bir şekilde anlamayı ve ebeveynlere, eğitimcilere ve psikologlara yönelik çözüm önerileri geliştirmeyi amaçlamaktadır.

Bu çalışmanın önemli bir sonucu, ergenlerin psikososyal iyi oluşlarını destekleyecek, aşırı sosyal medya kullanımının olumsuz etkilerini önleyecek ve sosyal medyadaki içeriklere daha eleştirel bir bakış geliştirmelerine yardımcı olacak önerilerin sunulmasıdır.

Anahtar kelimeler: ergenler, benlik saygısı, sosyal medya, psikolojik etki, dijital bağımlılık, sosyal karşılaştırma.

ASTRONOMY AND SPACE SCIENCES
АСТРОНОМИЯ ЖӘНЕ ҒАРЫШТЫҚ ҒЫЛЫМДАР

Шакупова Мулдир Кундзаковна*

Түйіндеме

«Астрономия және ғарыштық ғылымдар» пәні студенттерге ғаламды зерттеуге қатысты негізгі қағидалар, құбылыстар және технологиялар туралы кешенді түсінік береді. Бұл курс астрономияның классикалық және заманауи қырларын қамтып, ғарыш ғылымының бүгінгі күндегі қолданылуы мен маңызын ашады.

Курс барысында студенттер алдымен Күн жүйесінен бастап, галактикалар, тұмандықтар, қара құрдымдар және бақыланатын ғаламға дейінгі құрылым мен құрамды зерттейді. Негізгі аспан денелері – планеталар, жұлдыздар, кометалар мен астероидтар егжей-тегжейлі қарастырылады. Сондай-ақ, олардың қозғалысы мен өзара әрекеттесуін сипаттайтын физикалық заңдар – гравитация, орбиталық механика және электромагниттік спектр сияқты ұғымдар түсіндіріледі.

Теориялық негіздермен қатар, курс аясында ғарышты зерттеуге мүмкіндік берген технологиялық жетістіктерге де ерекше көңіл бөлінеді. Студенттер ерте дәуірдегі оптикалық телескоптардан бастап қазіргі заманғы ғарыштық обсерваториялар мен спутниктердің эволюциясымен танысады. Сонымен қатар, Хаббл телескопы, Марсқа жіберілген роверлер мен Джеймс Уэбб телескопы сияқты маңызды миссиялар жеке қарастырылады.

Курстың тағы бір маңызды бөлігі – ғарышты зерттеудегі адамның рөлі. Адам қатысқан және автоматтандырылған миссиялардың тарихы, ғарыштағы халықаралық ынтымақтастық (мысалы, Халықаралық ғарыш станциясы), сондай-ақ болашақтағы Ай базалары мен Марсты отарлау мүмкіндіктері талқыланады. Сонымен бірге, ғарыш қызметіне қатысты этикалық және экологиялық мәселелер – ғарыштық қоқыс және планетарлық қорғау сынды тақырыптар қозғалады.

Курсты аяқтаған соң, студенттер ғалам туралы ғылыми түсінікке қол жеткізіп, ғарыш ғылымының технологиялық прогресс пен адамзат болашағындағы орнын бағалай алады. Бұл курс инженерия, физика, экология саласына қызығатын немесе ғарыш әлемін тереңірек түсінгісі келетіндерге арналған.

Кілт сөздер: экология, астрономия, ғарыш, планета

Abstract

The course *Astronomy and Space Sciences* is designed to introduce students to the fundamental principles, phenomena, and technologies related to the study of the universe. It explores both classical and modern aspects of astronomy and provides a comprehensive overview of space science and its applications in today's world.

Students will begin by examining the structure and composition of the universe, starting with our Solar System and extending to galaxies, nebulae, black holes, and the observable universe. Key celestial objects such as planets, stars, comets, and asteroids will be discussed in detail.

Emphasis will be placed on understanding the physical laws that govern their motion and interaction, including gravity, orbital mechanics, and the electromagnetic spectrum.

In addition to theoretical foundations, the course also highlights the technological advancements that have enabled space exploration. Students will learn about the evolution of astronomical instruments, from early optical telescopes to modern space observatories and satellites. There will be special focus on groundbreaking missions such as the Hubble Space Telescope, Mars rovers, and the James Webb Space Telescope.

Another important component of the course is the human aspect of space exploration. The history of manned and unmanned missions, international cooperation in space (such as the International Space Station), and future possibilities like lunar bases and Mars colonization will be addressed. Students will also consider ethical and environmental questions related to space activity, such as space debris and planetary protection.

By the end of the course, students will have developed a scientific understanding of the universe and a critical appreciation for the role of space science in technological progress and humanity's future. This course is particularly suited for students pursuing careers in engineering, physics, environmental science, or anyone with a strong interest in understanding the cosmos.

Keywords: ecology, astronomy, space, planet

ТӘРБИЕШІ МЕН ТӘРБИЕЛЕНУШІ АРАСЫНДАҒЫ ӨЗАРА ҚАРЫМ-ҚАТЫНАСТАҒЫ ПСИХОЛОГИЯЛЫҚ ДЕНСАУЛЫҚТЫҢ РӨЛІ

Асемханқызы Ұлбосын*

Түйіндеме

Қарым-қатынас психологиясы мынандай құбылыстарды зерттейді; адамдардың бір-бірін қабылдауы және түсінуі, еліктеу, сендіру және нандыру, ұйымшылдық немесе жанжалдық, біріккен іс-әрекет және тұлғааралық қатынастар. Осы психологиялық құбылыстың әр түрлілігінде, олардың пайда болуының негізгі қайнар көзі болып адамдар арасындағы қарым-қатынас аймағы болып табылады.

Егер қарым-қатынас болмаса, біздің рухани, материалды даму деңгейіміздің қандай дәрежеге көтерілгенін білмес едік. Біздің әрқайсымыз өзіміздің негізгі қырларымызды жеке қарым-қатынас тәжірбиелеріміз арқылы жанұядағы, мектептегі, жұмыстағы, көшедегі тікелей қатынастар арқылы игереміз. Бұл микроорта. Микроортадағы қарым-қатынас арқылы әрқайсымыз әлеуметтік әлемді кеңінен танимыз және қарым-қатынасқа түсеміз, яғни макроорта әсерін сезінеміз.

Макроорта – бұл өз ғылымы, мәдениеті, идеалогиясы, заңы, қоғамдық өлшемдері бар қоғам.

Микро және макроортаның кездесетін жері, олардың өзара әрекеттесетін шек – бұл кіші топ, онда біздің әрқайсымыздың өміріміз өтеді.

Қарым-қатынас тарихи алғашқы форма болып табылады оның негізінде өркениет дамуының кейінгі кезеңдерінде қарым-қатынастың басқа түрлері пайда болды. Мысалы; жазбаша қарм-қатынас жазбашалықтың құралуынан кейін ғана пайда бола бастады. Біздің әрқайсымыз адамдар арасында өмір сүріп және жұмыс істегендіктен кез-келген жағдайда өз тілектерімізге тәуелсіз түрде адамдармен қарым-қатынасқа түсеміз. Мұғалім мен оқушының сабақ үстіндегі қарым-қатынасын, олар балалар арасында үстем болатындай етіп ең жоғарғы адамгершілік қарым-қатынастар түрінде құрудың маңызы өте зор. Гуманистік қарым-қатынас стилінің негізінде арнайы мектепте мұғалімнің оптимизмі, оның оқушы мүмкіндігіне деген шексіз сезімі, бала бойындағы жақсы қасиеттерге сүйеніп жатады. Мұғалімдердің қарым-қатынас стилі ең алдымен, оның қояр талабының мазмұнынан, балаларды іс-әрекетке ынталандыру мен бағалай білу жүйесінен байқалады. Мұғалім әр сабақта балаларды өзара қарым-қатынастарын қалыптастыруға, балаларды бір-біріне ынталы болуға үйретуге, бірге еңбектенуге, бір-біріне көмек беруге, өзі мен өз жолдастарының жетістіктері мен кемшіліктерін дұрыс бағалай білуге бағытталған талаптар қояды.

Коммуникациялық жүйе – бұл алынатын және берілетін ақпаратты түсінуді қамтамасыз ету мақсатында адамдар арасындағы хабар алмасу.

Адамгершілік қасиеттердің дамуын анықтайтын тәрбиенің өзегі кеміс балалардың гуманистік қарым-қатынасы мен өзара қатынастарын қалыптастыру болып табылады. Тәрбие жұмысының мазмұны, методы және формаларына, соған сәйкес нақты мақсаттарға қарамастан, мұғалімнің алдында әрқашан есту қабілеті зақымданған балалардың адамгершілік қатынастарын ұйымдастыру міндеті тұруы тиіс.

Кілт сөздер: қарым-қатынас, макроорта, коммуникация, психологиялық.

Abstract

Relationship psychology studies the following phenomena: perception and understanding of each other by people, imitation, persuasion and persuasion, organizational or conflictual, joint action and interpersonal relationships. In the diversity of these psychological phenomena, the main source of their emergence is the sphere of communication between people.

If there were no communication, we would not know to what level our spiritual and material development has risen. Each of us develops the main aspects of ourselves through our personal communication experiences - through direct relationships in the family, at school, at work, on the street. This is the microenvironment. Through communication in the microenvironment, each of us learns about the wider social world and enters into communication, that is, we feel the influence of the macroenvironment.

The macroenvironment is a society with its own science, culture, ideology, law, and social norms.

The meeting point of the micro and macroenvironment, the boundary of their interaction, is the small group in which each of us lives.

Communication is the first historical form, on the basis of which other types of communication arose in the later stages of the development of civilization. For example; written communication began to appear only after the creation of writing. Each of us, living and working among people, in any situation, regardless of our desires, enters into communication with people. It is very important to build the relationship between the teacher and the student during the lesson in the form of the highest moral relations, so that they prevail among the children. The basis of the humanistic communication style in a special school is the teacher's optimism, his boundless sense of the student's potential, and the good qualities inherent in the child. The teacher's communication style is primarily reflected in the content of the demands he makes, the system of motivating and assessing children for action. In each lesson, the teacher sets requirements aimed at building relationships between children, teaching children to be enthusiastic about each other, to work together, to help each other, and to correctly assess their own and their classmates' achievements and shortcomings.

The communication system is the exchange of messages between people in order to ensure the understanding of the information received and transmitted.

The core of education, which determines the development of moral qualities, is the formation of humane relationships and relationships between children with disabilities.

Regardless of the content, methods and forms of educational work, and accordingly specific goals, the teacher should always be faced with the task of organizing humane relationships with children with hearing impairments.

Keywords: communication, macroenvironment, communication, psychological.

WAYS TO IMPROVE STUDENTS' COGNITIVE SKILLS IN TEACHING A FOREIGN LANGUAGE

ШЕТЕЛ ТІЛІН ОҚЫТУДА ОҚУШЫЛАРДЫҢ ТАНЫМДЫҚ ДАҒДЫЛАРЫН ЖЕТІЛДІРУ ЖОЛДАРЫ

Бержембаева Айгерім Серікбайқызы*

Түйіндеме

Мақалада теориялық әдебиеттерді талдау арқылы орта мектеп оқушыларының танымдық қабілеттерін дамытудың тиімді әдістерінің түрлері келтірілген. Зерттеу Қазақстанда, Алматы қаласындағы мектептердің бірінде жүргізілді. Қатысушылар ретінде сегізінші сыныптың 14 оқушысы таңдалды. Зерттеудің басында және соңында қолданылған тәсілдің тиімділігін анықтау үшін экспериментке дейінгі және эксперименттен кейінгі тест жүргізілді.

Адамзат ежелден бері білім мен түсіну мәселелеріне қызығушылық танытып келеді. Ал енді когнитивтік ғылым адамның білімі қайда және қалай сақталатынын, оның тәжірибесі мен танымы туралы зерттеулермен айналысады.

Қазіргі уақытта әр адам шет тілінде кәсіби түрде сөйлеуге тырысатындықтан, шет тілін оқыту процесіне танымдық көзқарас енгізілуде.

С.С. Құнанбаеваның пікірінше, тілдің таным мен пайымдаудың негізгі құрамдас бөлігі ретінде дамуы танымдық субкомпетенттілікпен қамтамасыз етіледі. Қоғамдағы әлеуметтік категориялардың әлеуметтік менталитетіне байланысты когнитивтік субкомпетенттіліктің орнығуы когнитивтік құрылымдарда адамның әлеммен өзара әрекеттесуіне және оны жалпыланған ана тілінде сөйлейтіндей көруіне мүмкіндік беретін психикалық формациялар ретінде көрінеді [1, б.340].

Ғалымдардың пікірінше, когнитивті оқытудың негізгі мақсаты-оқуға және ситуациялық бейімделуге мүмкіндік беретін ақыл-ой қабілеттері мен күресу механизмдерінің барлық спектрін дамыту. Байланысты іс-әрекеттер, әңгімелер, рефлексиялар және өзін-өзі бақылау арқылы біздің түсінігімізде когнитивті оқыту әдістерін қолдану адамның табиғи, субъективті-психикалық және рационалды принциптерін бір бүтінге біріктіруге мүмкіндік береді. Бұл когнитивті дамудың және жалпы интеллектуалды жүйенің тиімділігін арттырады. Білім берудің айрықша аспектісі-бұл ақпарат алудың сенсорлық-перцептивті және эмоционалды-интуитивті әдістеріне, әсіресе орта мектептің бірінші курсында берілген көрнекілік. Бұл әдістер белсенді, интеллекттің процедуралық компоненттерін ашады және студенттердің ашылмаған жеке таланттарын ашуға және дамытуға көмектеседі.

Сидакова Н.в. сәйкес шет тілін оқыту процесі ұзақ және ауыр процесс болып табылады, нәтижесінде танымдық дағдылар жетілдіріліп, нәтижесінде жан-жақты сауатты тұлға қалыптасады. Таным теориясы қазіргі кезде шет тілдерін оқытудың әдіснамалық тұжырымдамаларында берік орнықты, өйткені бұл оқушының ақыл-ой (интеллектуалдық-эмоционалды) іс-әрекетінің мәні болып табылатын танымның танымдық процестері. Бұл факт шет тілін оқытудың негізгі әдіснамалық принциптерінің

бірі болып табылатын танымдық көзқарас құбылысына ерекше назар аударуға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: когнитивтік дағдылар, когнитивтік тәсіл, тиімді әдістер, шет тілін оқыту

Abstract

Through the analysis of theoretical literature, the types of effective methods for the development of cognitive abilities of secondary school students are presented in the article. The study was conducted in one of the schools in Almaty, Kazakhstan. 14 eighth grade students were selected as participants. At the beginning and at the end of the study, pre-experimental and post-experimental tests were conducted to determine the effectiveness of the approach used.Humanity has been interested in questions of knowledge and understanding since ancient times. And now, cognitive science is engaged in research on where and how a person's knowledge is stored, about his experience and cognition.

Since, currently, every person tries to speak a foreign language professionally, a cognitive approach is being introduced into the process of teaching a foreign language.

According to Kunanbaeva S.S., the development of language as a key component of cognition and reasoning is ensured by cognitive subcompetence. Because of the social mentality of the social categories in society, the establishment of cognitive subcompetence manifests itself in cognitive structures as mental formations, which allow a person to interact with and see the world as if they were a generalised native speaker [1, p.340].

According to scholars, the primary objective of cognitive learning is to cultivate the whole range of mental aptitudes and coping mechanisms that enable learning and situational adaptation. Through connected actions, conversations, reflections, and self-control, the use of cognitive training methods in our understanding enables us to combine a person's natural, subjective-psychic, and rational principles into one whole. This increases the effectiveness of cognitive development and the intellectual system as a whole. A distinguishing aspect of education is the prominence given to sensory-perceptual and emotional-intuitive methods of information acquisition, particularly in the first year of secondary school. These techniques are active, expose the procedural components of intelligence, and aid in the discovery and growth of students' undiscovered personal talents.

In accordance with Sidakova N. V., the process of foreign language learning is a long and laborious process, as a result of which cognitive skills are improved and, as a result, a versatile competent personality is formed. The theory of cognition is now firmly established in the methodological concepts of teaching foreign languages, since it is the cognitive processes of cognition that are the essence of the mental (intellectual-emotional) activity of the student. This fact allows us to place special emphasis on the phenomenon of the cognitive approach, one of the main methodological principles of foreign language education.

Table 1. Methods to develop cognitive abilities

Key words: cognitive skills,cognitive approach,effective methods,to teach foreign language.

THE PSYCHOLOGICAL IMPACT OF DIGITAL TECHNOLOGIES AND SOCIAL MEDIA ON ADOLESCENCE

САНДЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР МЕН ӘЛЕУМЕТТІК МЕДИАНЫҢ ЖАСӨСПІРІМДІК КЕЗЕҢГЕ ПСИХОЛОГИЯЛЫҚ ӘСЕРІ

Исабек Сандуғаш Доғдырбекқызы*

Түйіндеме

Қазіргі заманда цифрлық технологиялар мен әлеуметтік желілер адамзат өмірінің барлық салаларына дендеп еніп, әсіресе жасөспірімдер үшін күнделікті тіршіліктің бір бөлшегіне айналды. Байланыс орнатудың жаңа формалары, ақпаратты жылдам әрі жеңіл бөлісу мүмкіндігі — мұның барлығы жас буынның дамуында елеулі орынға ие болды. Алайда бұл үрдістердің жасөспірімдердің психологиялық саулығына тигізетін ықпалы жайлы сұрақтар күннен-күнге өзекті бола түсуде.

Бұл мақаланың алғашқы бөлімінде жасөспірімдер мен цифрлық орта арасындағы тығыз байланыс терең талданады. Мақалада әлеуметтік желілер мен интернет ресурстарының жасөспірім психикасына ықпалына тоқталып, олардың күнделікті өмірде виртуалды кеңістікке тәуелді бола бастағанын сипаттайды. Бүгінгі таңда көптеген жасөспірімдер таңертең оянған сәттен бастап кешке дейін экран алдында уақыт өткізіп, әлеуметтік желілерге кірмей бір күн өткізу қиынға соғатыны байқалады. Бұл құбылыс – цифрлық тәуелділік деп аталатын психологиялық құбылыстың көрінісі.

Цифрлық тәуелділік – бұл тек уақыт жоғалту ғана емес, сонымен қатар эмоционалдық күйдің тұрақсыздануына алып келетін күрделі психологиялық мәселе. Мұндай тәуелділікке ұшыраған жасөспірімдер шынайы өмірден алыстап, виртуалды әлемді шындықпен шатастыра бастайды. Олар интернеттегі қатынастар мен лайк, пікір сынды цифрлық белсенділіктерге аса мән беріп, өзінің құндылығын солар арқылы өлшейтін жағдайға жетеді. Осылайша олар мазасыздық, жалғыздық, өз-өзіне сенімсіздік секілді сезімдерді жиі бастан кешіреді. Бұл – жасөспірімнің психологиялық тұрақтылығына тікелей Бұл мақалада сандық технологиялар мен әлеуметтік медианың жасөспірімдердің эмоционалдық және психологиялық жай-күйіне әсері теориялық негізде талданады. Қазіргі таңда жасөспірімдер сандық кеңістікте белсенді өмір сүреді, бұл олардың тұлғалық дамуындағы жаңа әлеуметтік және психологиялық феномендердің пайда болуына алып келуде. Мақалада цифрлық тәуелділік, әлеуметтік салыстыру және цифрлық мазасыздық ұғымдарының мазмұны ашылып, олардың жасөспірімдер психикасына тигізетін ықпалы сипатталады.

Зерттеу барысында мақалада теориялық негіз ретінде Д.Левин, Ш.Тёрнер, П.Левинсон, Г. Гарднер және Д.Келлер ғалымдарының зерттеулеріне сүйенілді. Бұл ғалымдар сандық технологиялар мен әлеуметтік медианың жасөспірімдердің эмоциялық және психологиялық дамуына, әсіресе өзін-өзі бағалау мен әлеуметтік байланыстарға әсерін зерттеген.Келесі бөлімде жасөспірімдердің интернетке тәуелді болу себептерін, оның салдарын және осы құбылыспен күресудің алғашқы жолдарын сипаттай отырып, цифрлық дәуірдегі жасөспірім психологиясына терең талдау жасай. Осылайша мақалада тек мәселемен танысып қана қоймай, оның астарында жатқан себеп-салдарлы байланыстарды түсінуге мүмкіндік алуға болады.

Мақалада эмоционалдық сауаттылық пен когнитивтік дағдылардың жасөспірімдердің сандық кеңістіктегі өзін-өзі тану, өзін-өзі реттеу және психологиялық тұрақтылыққа қол жеткізу қабілеттерін дамытудағы рөлі ерекше атап өтіледі. Эмоционалдық сауаттылығы дамыған жасөспірімдер әлеуметтік желілердегі ақпаратты сыни тұрғыда қабылдап, өзін-өзі бағалауға сыртқы ықпалдарды басқаруға қабілетті болады.

Бұл мақала мектеп психологтарына, сынып жетекшілеріне, пән мұғалімдеріне, тәрбие ісі жөніндегі мамандарға, педагог-зерттеушілерге, ЖОО оқытушыларына, сондай-ақ жасөспірімдер психологиясы мен цифрлық ортадағы тәрбие мәселелеріне қызығушылық танытқан білім беру саласының өкілдеріне арналған.

Кілт сөздер: цифрлық технологиялар, әлеуметтік желілер, жасөспірімдер психологиясы, цифрлық тәуелділік, эмоционалдық күй, психологиялық тұрақтылық.

Abstract

In modern times, digital technologies and social media have deeply penetrated all aspects of human life, becoming an integral part of daily life, especially for adolescents. New forms of communication and the ability to share information quickly and easily have become significant in the development of the younger generation. However, the impact of these trends on the psychological well-being of adolescents is becoming an increasingly relevant issue.

The first part of this article delves into the close connection between adolescents and the digital environment. The article discusses the impact of social media and internet resources on adolescent psychology, describing how they have become increasingly dependent on the virtual space in their daily lives. Today, many adolescents spend their time in front of screens from the moment they wake up until they go to bed, finding it difficult to go a day without checking social media. This phenomenon reflects the psychological issue known as digital addiction.

Digital addiction is not only about wasting time but also involves a complex psychological issue that leads to emotional instability. Adolescents who fall into this addiction begin to distance themselves from real life, confusing the virtual world with reality. They give excessive importance to online relationships and digital activities, such as likes and comments, and begin to measure their self-worth based on these. As a result, they often experience feelings of anxiety, loneliness, and self-doubt. This directly affects the adolescent's psychological stability.

This article theoretically analyzes the impact of digital technologies and social media on the emotional and psychological state of adolescents. Nowadays, adolescents actively live in the digital space, which leads to the emergence of new social and psychological phenomena in their personal development. The article elaborates on the concepts of digital addiction, social comparison, and digital anxiety, describing their impact on adolescent psychology.

In the course of the research, the article is based on the studies of D. Levin, S. Turner, P. Levinson, H. Gardner, and D. Keller. These scholars have researched the impact of digital technologies and social media on the emotional and psychological development of adolescents, particularly regarding self-esteem and social relationships. The next section describes the reasons for adolescents' internet dependency, its consequences, and initial ways to combat this phenomenon, providing an in-depth analysis of adolescent psychology in the digital age.

Thus, the article not only introduces the issue but also allows for a better understanding of the cause-and-effect relationships underlying it. The article highlights the significant role of emotional literacy and cognitive skills in helping adolescents develop self-awareness, self-regulation, and psychological stability in the digital space. Adolescents with well-developed

emotional literacy are able to critically assess information on social media and manage external influences on their self-esteem.

This article is intended for school psychologists, class teachers, subject teachers, educational specialists, pedagogue-researchers, university professors, and other education professionals interested in adolescent psychology and education in the digital environment.

Keywords: digital technologies, social media, adolescent psychology, digital addiction, emotional state, psychological stabilit.

THE IMPORTANCE OF MEDICAL BIOLOGY IN HUMAN LIFE
АДАМЗАТ ӨМІРІНДЕГІ МЕДИЦИНАЛЫҚ БИОЛОГИЯНЫҢ МАҢЫЗЫ

Ерболқызы Алтынай*

Аннотация

Медициналық биология – адам ағзасының тіршілік әрекеттерін молекулалық, жасушалық және генетикалық деңгейде зерттейтін ғылым саласы. Бұл пән болашақ медицина мамандарына адам денсаулығы мен ауруларының биологиялық негіздерін терең түсінуге көмектеседі. Медициналық биология тірі жүйелердің құрылысы мен қызметін, тұқым қуалау мен өзгергіштікті, мутациялар мен олардың салдарын, сондай-ақ сыртқы орта факторларының ағзаға әсерін зерттейді. Пәннің негізгі бөлімдері – жасуша биологиясы, молекулалық биология, генетика, онтогенез, биотехнология, гендік инженерия және адамның тұқым қуалайтын аурулары. Бұл бөлімдер студенттерге аурулардың пайда болу себептері мен даму механизмдерін түсінуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, пән барысында заманауи зертханалық әдістер, генетикалық талдау құралдары, молекулалық диагностика әдістері үйретіледі. Медициналық биология анатомия, физиология, биохимия, микробиология, патология сияқты басқа да медициналық пәндерге теориялық негіз болады. Бұл пән бойынша алған білім болашақ дәрігерлерге дәлелді медицина негізінде жұмыс істеуге, ғылыми зерттеулер жүргізуге және заманауи диагностикалық әдістерді қолдануға көмектеседі.

Қорыта айтқанда, медициналық биология – болашақ медицина қызметкерлерінің кәсіби дайындалуына ықпал ететін маңызды пән. Ол ағзаның құрылымы мен қызметін терең түсінуге, аурулардың алдын алуға және тиімді емдеуге бағытталған ғылым болып табылады.

Кілт сөздер: медициналық биология, генетика, жасуша биологиясы

Abstract

Medical biology is a scientific discipline that studies the vital functions of the human body at the molecular, cellular, and genetic levels. This subject helps future healthcare professionals gain a deep understanding of the biological foundations of human health and disease. Medical biology explores the structure and function of living systems, heredity and variability, the effects of mutations, and the influence of environmental factors on the body. The core sections of the course include cell biology, molecular biology, genetics, ontogenesis, biotechnology, genetic engineering, and human hereditary diseases. These topics allow students to understand the causes and mechanisms of disease development. Additionally, students are introduced to modern laboratory techniques, tools for genetic analysis, and methods of molecular diagnostics. Medical biology forms the theoretical foundation for other medical disciplines such as anatomy, physiology, biochemistry, microbiology, and pathology. The knowledge gained in this subject equips future doctors with the skills to work based on evidence-based medicine, conduct scientific research, and apply modern diagnostic tools effectively.

In conclusion, medical biology is a vital subject that contributes significantly to the professional preparation of future healthcare specialists. It is a science focused on understanding the complex

structure and function of the human body, preventing diseases, and developing effective treatment methods.

Keywords: medical biology, genetics, cell biology

USING A PROGRAMMABLE SDR-RECEIVER FOR TEACHING ADDITIONAL EDUCATION STUDENTS THE BASICS OF DIGITAL COMMUNICATION SYSTEMS

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММИРУЕМОГО SDR-ПРИЕМНИКА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ УЧАЩИХСЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ОСНОВАМ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ

Абильмажинова Д.Ж. *

Аннотация

В статье рассмотрены особенности использования программируемых SDR-приемников NI USRP 2901 в образовательном процессе Центра дополнительного образования "Digital Urpaq", расположенного в Северо-Казахстанской области. Основное внимание уделено обучению школьников в возрасте от 12 до 17 лет теоретическим и практическим аспектам радиотехники, электроники и телекоммуникаций. Центр предоставляет учащимся возможность выбора из восьми направлений подготовки, включая IT, естественно-математическое, военно-патриотическое и другие области. Одним из ключевых направлений является изучение современных технологий связи с применением SDR-устройств, что позволяет школьникам осваивать работу с радиочастотными сигналами и изучать различные виды модуляции, такие как FM. NI USRP 2901 представляет собой универсальный аппаратный комплекс, позволяющий разрабатывать и тестировать системы связи в широком диапазоне частот. В статье подробно описаны функции приемного и передающего трактов, созданных в графической среде программирования LabVIEW. Указаны основные компоненты, использующиеся при разработке алгоритмов: виртуальные приборы, переменные для настройки параметров и циклы управления. Описаны этапы настройки системы, включая выбор частоты дискретизации, несущей частоты, коэффициента усиления и типов антенн. Приведен пример выполнения лабораторной работы по передаче гармонического сигнала через искусственный канал связи с использованием модуляции FM. Рассмотрены преимущества такой методики обучения, которая позволяет учащимся закреплять теоретические знания на практике, проводить анализ данных, а также настраивать и оптимизировать системы связи. Статья подчеркивает, что подобные лабораторные работы дают школьникам возможность приобрести навыки, востребованные в инженерной сфере, и закладывают основу для поступления в профильные университеты. Таким образом, использование SDR-устройств в образовательном процессе вносит значительный вклад в подготовку будущих специалистов, ориентированных на передовые технологии связи.

Ключевые слова: SDR, NI USRP, дополнительное образование, радиосвязь, радиоэлектроника, IT-центр.

1 Введение

В Северо-Казахстанской области активно развивается Центр дополнительного образования Дворец школьников "Digital Urpaq", который предоставляет учащимся уникальную возможность получить всестороннее развитие и подготовку по восьми направлениям на свободный выбор. Центр ориентирован на творческое и научное

развитие детей и молодежи в возрасте от 4 до 18 лет, предлагая разнообразные курсы и программы, направленные на повышение уровня знаний и навыков в различных областях. Среди направлений, предлагаемых Центром, можно выделить IT-центр, научно-биологическое, художественно-эстетическое, социально-гуманитарное, естественно-математическое, спортивное и военно-патриотическое направления, а также Дебатный клуб и КВН. Кружки, представленных областей подготовки фокусируются не только на обогащении знаний, но и на формирование у учащихся таких важных качеств, как креативность, лидерство, аналитическое и критическое мышление. Одним из наиболее перспективных и востребованных направлений является подготовка в области радиотехники, электроники и телекоммуникаций. Это направление привлекает внимание как будущих специалистов в области связи, так и тех, кто заинтересован в развитии технологий и научных исследований. Программы, предложенные Digital Urpaq, ориентированы на теоретическое и практическое освоение основ радиотехники и электроники, что является важным шагом в подготовке высококвалифицированных специалистов для современного рынка труда. В процессе обучения особое внимание уделяется созданию и тестированию различных моделей и систем связи, что даёт учащимся реальное представление о работе устройств, технологий и методах, применяемых в отрасли. Ключевым элементом образовательного процесса в Digital Urpaq является использование высокотехнологичных средств и оборудования. В качестве базового лабораторного комплекса используется Программируемый SDR-приемник (Software Defined Radio) компании National Instruments — NI USRP 2901. Этот приемник является мощным инструментом, позволяющим эффективно разрабатывать и тестировать системы связи, что идеально подходит для образовательных целей. С его помощью учащиеся могут не только изучать теоретические основы радиотехники и телекоммуникаций, но и выполнять реальные проекты, на практике осваивая принципы работы с радиочастотными сигналами.

NI USRP 2901 представляет собой универсальный аппаратный комплекс, который включает в себя приемник и передатчик для обработки сигналов в широком диапазоне частот. Он оснащен высокоскоростными преобразователями и позволяет работать с различными модуляциями и протоколами связи. Среди возможностей этого устройства — поддержка различных стандартов беспроводной связи, включая Wi-Fi, LTE, а также системы с модуляцией FM, которая используется в большинстве современных цифровых систем передачи данных [1]. Это дает учащимся возможность не только изучать теоретические аспекты передачи данных, но и моделировать реальную работу систем связи.

Важной частью работы с этим оборудованием является использование языка программирования LabVIEW, который предоставляет мощный инструментарий для создания и тестирования проектов в области радиотехники и телекоммуникаций. LabVIEW — это графическая среда программирования, которая позволяет пользователям создавать приложения для сбора данных, управления измерительными приборами и тестирования различных систем. В контексте работы с SDR-приемниками, таких как NI USRP 2901, LabVIEW позволяет проектировать и реализовывать прототипы различных систем связи, настраивать параметры работы приемников и передатчиков, а также анализировать и визуализировать полученные данные. Это значительно облегчает процесс разработки и обучения, позволяя учащимся кружка сосредоточиться на творческой и инженерной части работы, не отвлекаясь на низкоуровневые аспекты программирования. LabVIEW обеспечивает простоту и гибкость, что делает его

идеальным инструментом для детей, не имеющих опыта в программировании. Вместо написания сложных строк кода, пользователи могут создавать программы, используя блоки и соединяя их в логическую последовательность, что позволяет ускорить процесс обучения и повышает его эффективность. Такой подход особенно полезен для школьников, которые только начинают осваивать основы программирования и радиотехники, предоставляя им возможность сосредоточиться на концептуальных аспектах и научных задачах.

В данной статье будет рассмотрен один из практических лабораторных практикумов, выполняемых учащимися Digital Urpaq, — прием и передача сигнала между двумя NI USRP с использованием канала FM модуляции. Этот практикум позволяет школьникам закрепить теоретические знания, полученные в процессе обучения, и увидеть, как они применяются на практике в реальных условиях. Выполнение лабораторных работ с использованием высокотехнологичного оборудования, такого как NI USRP 2901, помогает учащимся не только разобраться в основах радиотехники, но и приобрести практический опыт, который будет полезен при поступлении в профильные университеты и в дальнейшей профессиональной деятельности.

2 Написание кода программы на языке LabVIEW

Разработка кода передаючего и приемного тракта канала передачи сигнала гармонического сигнала осуществляется в двух панелях файла LabVIEW с расширением “.VI”:

- Фронтальная панель;
- блок-схема

Ключевым этапом программирования, включающая разработку алгоритма, функциональных связей, считаетс работ в режиме блок-схем. За фронтальной панелью закреплены задачи настройки графического интерфейса управления прототипируемыми устройствами NI USRP 2901. На рисунке 1 представлена блок-схема передающего тракта устройства. Согласно данной схема основными компонентами кода являются следующие блоки, примитивы:

- переменные String type (установка имени устройства и типа антенны пользователем);
- переменные Numeric type (специально для установки частоты дискретизации сигнала, несущей и модулирующей частоты, коэффициента усиления передатчика);
- виртуальный прибор NI USRP Open TX Session;
- виртуальный прибор NI USRP Configure signal;
- виртуальный прибор NI USRP Write Tx Data;
- виртуальный прибор NI USRP Open Close Session;
- цикл While Loop с кнопкой стоп.

Каждый из указанных компонентов в процессе работы в LabVIEW играет не только техническую, но и управленческую роль в создании радиопередающего тракта передачи сигнала.

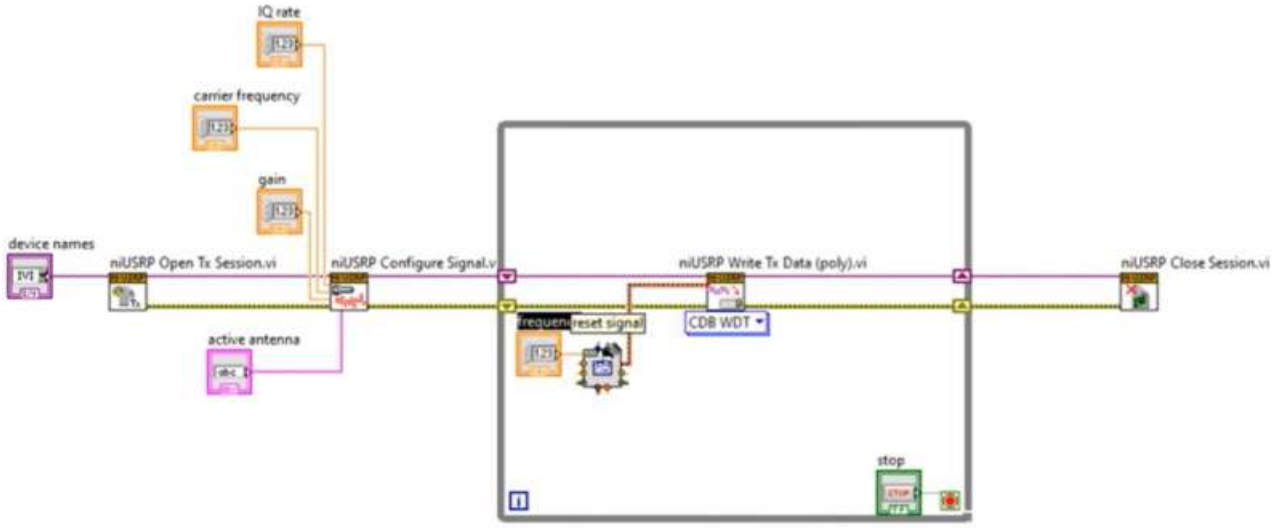


Рисунок 1. Блок-схема передающего тракта

После того как пользователь задает параметры с помощью переменных типа String и Numeric, сессия передачи данных и настройка сигнала с помощью NI USRP Open TX Session и NI USRP Configure Signal начинают процесс формирования и передачи радиосигнала [2]. Эти блоки обеспечивают необходимое взаимодействие между виртуальной средой и аппаратным устройством, давая возможность настроить нужные параметры сигнала, такие как частота, усиление и модуляция, что критически важно для правильной работы системы в реальных условиях.

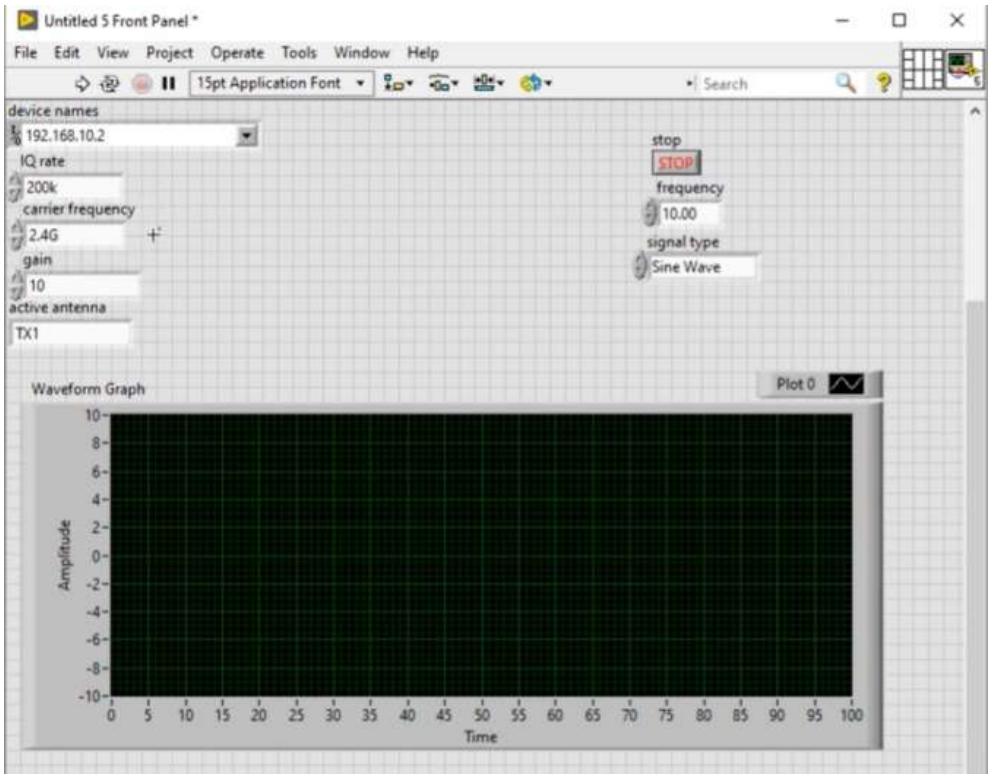


Рисунок 2. GUI передающего тракта (на фронтальной панели)

Далее, когда данные подготовлены и настроены, блок NI USRP Write Tx Data выполняет непосредственную передачу подготовленного сигнала через устройство, обеспечивая его поступление в радиоканал. Завершающий этап работы с системой, заключающийся в закрытии сессии с помощью NI USRP Open Close Session, необходим для корректного завершения работы и освобождения ресурсов устройства, что предотвращает возможные сбои в будущем. Наконец, цикл While Loop с кнопкой "стоп" предоставляет гибкость в управлении процессом передачи, позволяя пользователю контролировать длительность работы системы и останавливать процесс передачи в любой момент, что важно для проведения экспериментов, тестирования и оптимизации работы устройства. Все эти элементы вместе образуют комплексную и эффективно функционирующую систему, способную передавать сигнал на заданной частоте и с выбранной модуляцией, обеспечивая пользователю максимальную свободу в настройке и тестировании различных параметров радиосвязи.

После автоматической отладки блок-схемы индикаторы, элементы управления и визуализации генерируемого сигнала, кнопки транслируются на фронтальной панели (рис. 2). Подобный подход позволяет настраивать и использовать NI USRP максимально просто и эффективно с точки зрения гибкости конфигурируемых компонентов передатчика.

Программирование приемного тракта осуществляется по такому же принципу, где конечной целью считается подготовка блок-схемы (рис. 3) и GUI на фронтальной панели (рис. 4).

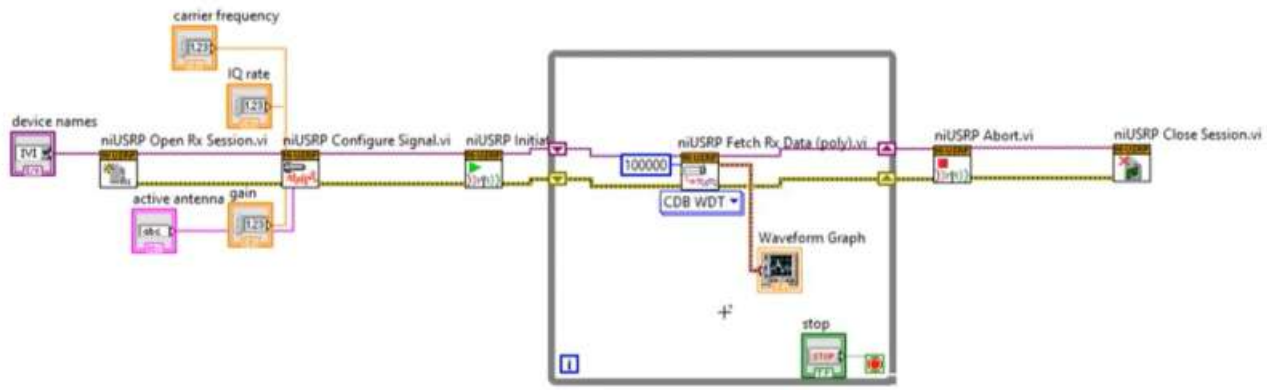


Рисунок 3. Блок-схема приемного тракта

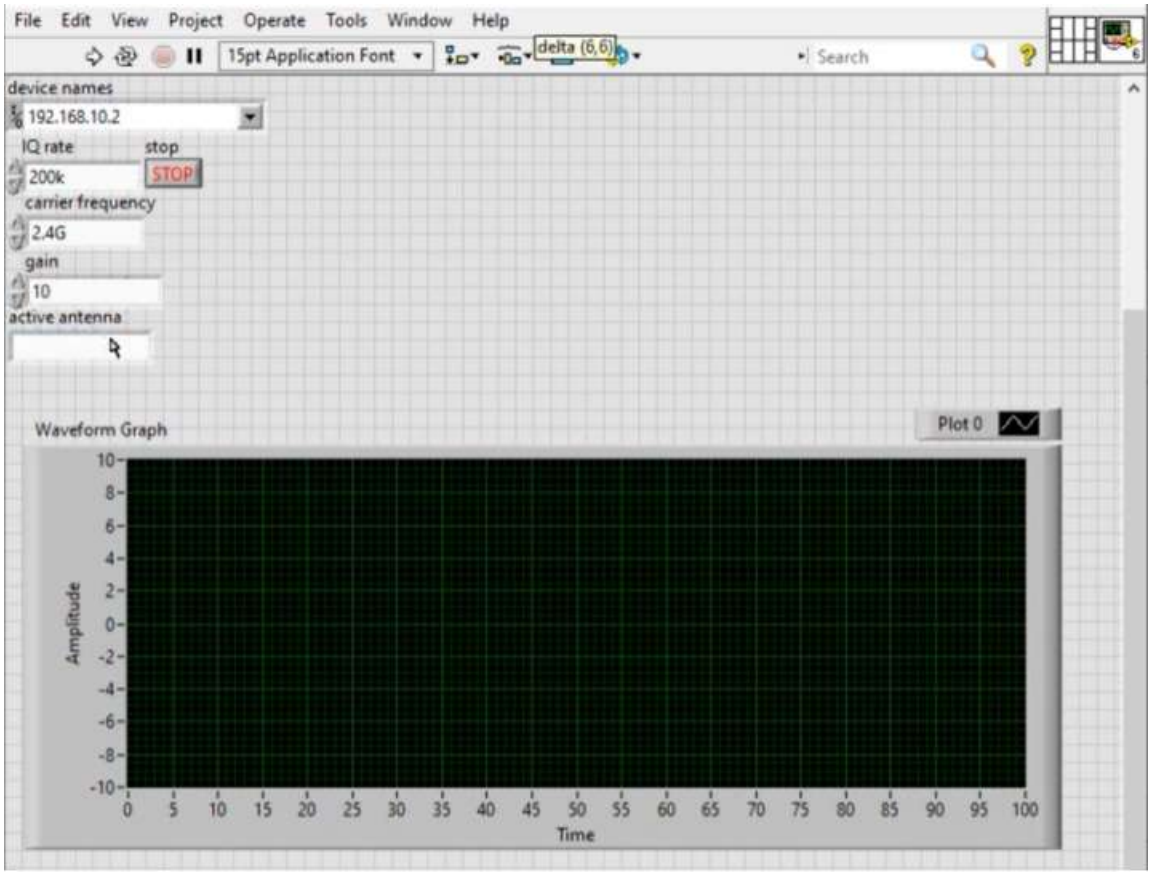


Рисунок 4. GUI передающего тракта (на фронтальной панели)

В соотвтетствии с рис. 3 основными компонентами кода являются следующие блоки, примитивы:

- переменные String type;
- переменные Numeric type;
- Waveform graph;
- виртуальный прибор NI USRP Open RX Session;
- виртуальный прибор NI USRP Configure signal;
- виртуальный прибор NI USRP Initiate;
- виртуальный прибор NI USRP Fetch Rx Data;
- виртуальный прибор NI USRP Abort;
- виртуальный прибор NI USRP Close Session;
- цикл While Loop с кнопкой стоп.

В процессе проектирования приемного тракта с использованием компонентов LabVIEW для устройства NI USRP, первым этапом является использование виртуального прибора «Waveform graph», который предназначен для отображения принимаемого сигнала. Этот графический элемент позволяет в реальном времени визуализировать данные, поступающие от приемника, что помогает пользователю наблюдать за состоянием сигнала и проводить анализ качества передачи [3]. После того как сигнал поступает, используется виртуальный прибор «NI USRP Open RX Session», который инициирует сессию приема данных с устройства NI USRP. Он создает соединение между LabVIEW и приемником, подготавливая систему к получению данных. Для корректной настройки системы приема используется блок «NI USRP Configure signal», который позволяет

настроить параметры принимаемого сигнала, такие как частота, усиление и модуляция, что важно для правильной работы приемного тракта и минимизации возможных помех [4]. Следующим шагом является активация блока «NI USRP Initiate», который запускает процесс приема данных с устройства и активирует приемный тракт для дальнейшей работы. Когда сигнал начинается поступать в систему, блок «NI USRP Fetch Rx Data» отвечает за извлечение принятых данных с устройства и их передачу в виртуальную среду LabVIEW для дальнейшей обработки. Этот компонент является важным для того, чтобы данные могли быть анализированы, например, для определения их целостности или сравнения с эталонными значениями. В случае возникновения ошибок или необходимости в остановке процесса передачи данных используется блок «NI USRP Abort», который позволяет прервать текущую сессию и остановить прием данных. После завершения работы с приемным трактом и получения всех необходимых данных следует блок «NI USRP Close Session», завершающий сессию, освобождая ресурсы и обеспечивая корректное завершение работы с устройством. Для того чтобы весь процесс был непрерывным и управляемым, применяется цикл «While Loop с кнопкой стоп», обеспечивающий возможность продолжения приема данных до тех пор, пока не будет нажата кнопка остановки [5]. Этот цикл позволяет контролировать весь процесс, давая пользователю возможность завершить его в любое время и таким образом эффективно управлять приемом сигнала.

3 Сбор макета

Макет канала передачи сигнала между приемным и передающим устройством представляет собой два приемника NI USRP 2901, каждый из которых подключен через шнур USB к конкретному хосту (ноутбук, планшет, ПК) (рис. 5) с запущенным Виртуальным прибором LabVIEW передающего или приемного тракта соответственно.

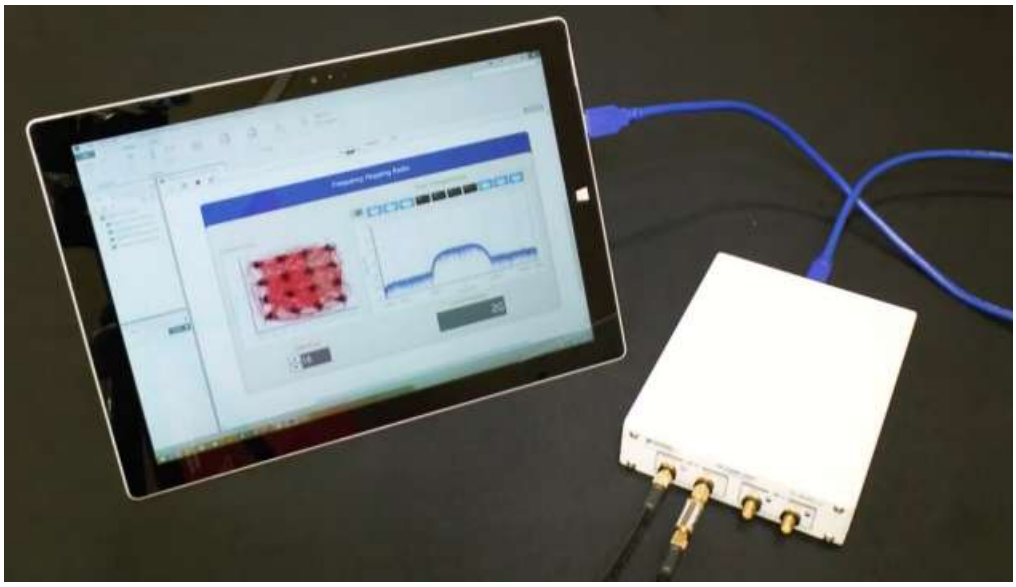


Рисунок 5. Подключение NI USRP к планшету (к хосту)

Для улучшения качества связи к приемнику и передатчику подключается дополнительно штыревая антенна.

4 Испытание канала связи

Перед испытанием канала связи необходимо настроить виртуальные приборы. Для этого устанавливаем экспериментальные параметры приемного и передаюшего устройства:

- частота дискретизации: 200 кГц;
- несущая частота: 2,4 ГГц;
- коэффициент усиления: 10 дБ;
- каналы антенн: TX1 и RX2 для передатчика и приемника соответственно.

На рисунке 6 представлен результат передачи сигнала между двумя SDR-устройствами. Как видно из рисунка, гармонический сигнал с частотой 2 кГц практически без помех передался через искусственный FM-канал с частотой 2,4 ГГц.

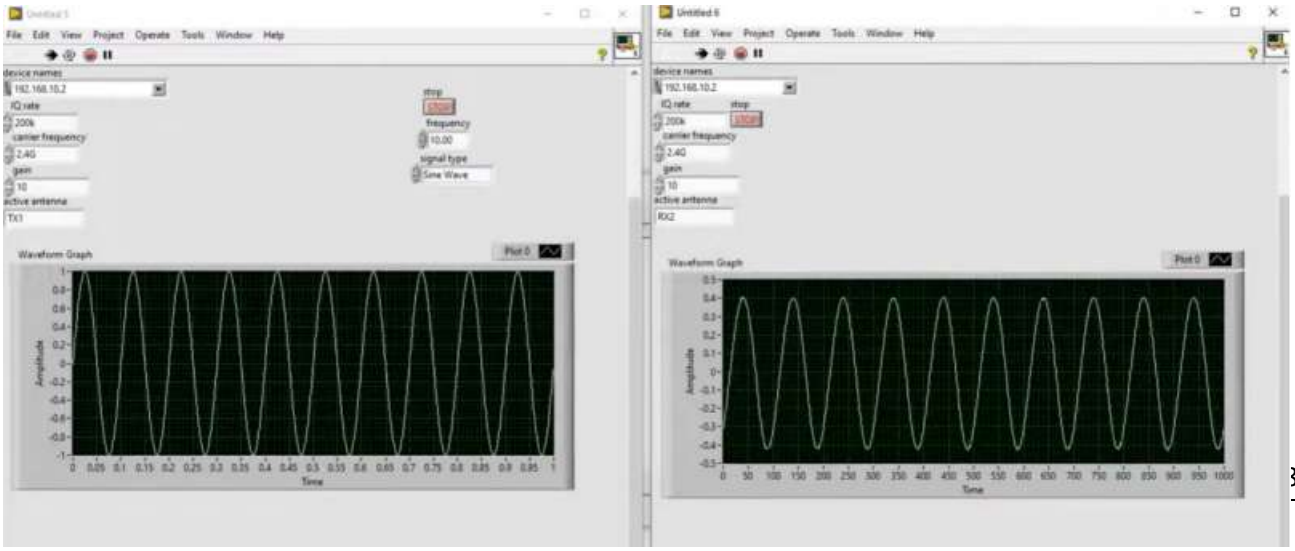


Рисунок 6. Демонстрация передачи сигнала между двумя SDR-устройствами

Помимо передачи и приема гармонического сигнала через искусственный FM-канал, на NI USRP 2901 можно проводить различные лабораторные практикумы, направленные на изучение как аналоговых, так и цифровых систем связи. Студенты могут исследовать различные виды модуляции, такие как AM, FM, PM и QAM, разрабатывать и тестировать системы с использованием современных протоколов передачи данных, включая OFDM, изучать принципы работы систем с многоканальной связью, таких как MIMO, а также анализировать радиочастотный спектр для оптимизации передачи данных. Кроме того, возможна реализация экспериментов по изучению помехоустойчивости систем, моделированию многолучевых каналов и замираний, созданию прототипов радиолокационных систем и когнитивного радио, а также тестированию алгоритмов кодирования и декодирования сигналов. Эти практикумы дают учащимся возможность погрузиться в современные технологии связи и укрепить свои знания, применяя их на практике, что формирует прочную базу для дальнейшего обучения и работы в инженерной сфере.

5 Заключение

Использование оборудования NI USRP 2901 в образовательном процессе Digital Urpaq открывает перед учащимися широкие возможности для изучения и освоения современных технологий связи. Благодаря применению программируемых SDR-приемников и графической среды программирования LabVIEW, школьники могут на

практике изучать сложные концепции радиотехники, электроники и телекоммуникаций. Проведение лабораторных практикумов, таких как передача и прием сигнала через канал FM модуляции, не только углубляет их теоретические знания, но и формирует навыки работы с высокотехнологичным оборудованием, востребованным в индустрии.

Данный подход позволяет не только заинтересовать учащихся современными технологиями, но и подготовить их к поступлению в профильные вузы, а также к дальнейшей успешной карьере в сфере науки и техники. Такие программы развивают аналитическое мышление, творческие способности и технические навыки, делая образовательный процесс максимально актуальным и практикоориентированным. В конечном итоге, деятельность центра Digital Urpaq вносит значительный вклад в подготовку будущих специалистов, способных не только адаптироваться к требованиям быстро меняющегося мира, но и активно участвовать в его развитии.

Список литературы

1 Thameur H.B., Dayoub I. Real-Time In-Lab Test of Eigenvalue-Based Spectrum Sensing Using USRP RIO SDR Boards, IEEE Communications Letters, 2021, vol. 25, issue 3, pp. 1029–1032. DOI: 10.1109/LCOMM.2020.3037010
2 Ramya V.U., Thanikaiselvan V. Image Encryption using DNA rules & Transmission of an encrypted digital image using USRP-2901 and MATLAB, 2019 International Conference on Vision Towards Emerging Trends in Communication and Networking (ViTECoN), Vellore, India, 14 Nov., 2019. DOI: 10.1109/ViTECoN.2019.8899561
3 Михайлов В.Ю., Мазепа Р.Б. Применение устройств USRP для моделирования сигналоподобных помех в беспроводных сетях // Системы синхронизации, формирования и обработки сигналов. 2020. Т. 11. № 3. .
4 Marriwala N, Sahu OmPrakash, Vohra A. FPGA-Based Software-Defined Radio and Its Real-Time Implementation Using NI-USRP [Internet]. Field - Programmable Gate Array. InTech; 2017. Available from: http://dx.doi.org/10.5772/66272
5 A. Voina et al., "Implementation of a SDR-based redundant access network using NI USRP-RIO," 2017 16th RoEduNet Conference: Networking in Education and Research (RoEduNet), Targu-Mures, Romania, 2017, pp. 1-6, doi: 10.1109/ROEDUNET.2017.8123764.

STUDYING THE PRINCIPLES' WORKING OPERATION OF ELECTRONIC SUPPRESSION DEVICES AT THE CLASSES OF THE ADDITIONAL EDUCATION CLUB IN RADIO ELECTRONICS IN THE DIGITAL URPAQ

ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПОВ РАБОТЫ УСТРОЙСТВ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ПОДАВЛЕНИЯ НА ЗАНЯТИЯ КРУЖКА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО РАДИОЭЛЕКТРОНИКЕ ВО ДВОРЦЕ ШКОЛЬНИКОВ DİGİTAL URPAQ

АБИЛЬМАЖИНОВА Д.Ж. *

Аннотация

В статье рассмотрены особенности изучения устройств радиоэлектронного подавления на базе SDR-платформы NI USRP 2901 и среды программирования LabVIEW в кружках центра дополнительного образования Северо-Казахстанской области – Дворец школьников «Digital Urpaq». Целью работы является создание исследовательского проекта, направленного на формирование у школьников теоретических знаний и практических навыков в области радиотехники и информационной безопасности. Исследование включает в себя изучение архитектуры программно-определяемых радиосистем, моделирование радиоэлектронного подавления, разработку соответствующего алгоритма и его реализацию в среде LabVIEW для анализа и контроля радиосигналов.

Проведены тестирования устройства, демонстрирующие его эффективность в подавлении радиосигналов в заданном диапазоне частот. Особое внимание уделено образовательной составляющей исследования, которая предполагает применение практико-ориентированного подхода в обучении. В рамках работы школьники знакомятся с актуальными проблемами кибербезопасности, осваивают навыки работы с современным радиотехническим оборудованием и изучают основы цифровой обработки сигналов. Результаты исследования продемонстрировали, что использование SDR-устройств позволяет эффективно совмещать теорию и практику, развивать техническое мышление учащихся и повышать их заинтересованность в инженерных дисциплинах. В статье обоснована актуальность подхода, предложены рекомендации по интеграции подобных исследований в учебный процесс, а также обсуждаются перспективы использования SDR в образовательной практике.

Ключевые слова: устройства радиоэлектронного подавления, дополнительное образование, IT-сфера, SDR-устройства, программирование, радиоэлектроника, радиосигналы.

1 Введение

В условиях стремительного развития технологий радиоэлектроника и связь занимают важное место в жизни современного общества. Введение новых технологий беспроводной передачи данных, развитие систем связи пятого поколения (5G) и появление устройств Интернета вещей (IoT) создают высокий спрос на специалистов, обладающих знаниями и навыками в области радиотехники, программирования и электроники. Одной из ключевых задач дополнительного образования становится формирование у учащихся не только теоретической базы, но и практических

компетенций, необходимых для решения актуальных инженерных задач. В Северо-Казахстанской области функционирует Центр дополнительного образования — Дворец школьников Digital Urpaq, в стенах которого обучается более 3000 детей. Центр ориентирован на развитие научных, технических и творческих способностей детей в возрасте от 4 до 18 лет, предоставляя широкий выбор курсов и программ, от IT-технологий до робототехники. Особое внимание уделяется креативным кружкам, таким как "Программируемое SDR-радио", где учащиеся 12–17 лет изучают основы прототипирования радиоэлектронных устройств и цифровых систем связи.

Одним из современных трендов, привлекающих внимание школьников, является разработка устройств радиоэлектронного подавления, известных также как "глушилки". Такие устройства позволяют блокировать сигналы связи, что вызывает интерес учащихся к исследованиям в области радиочастотного подавления. В рамках календарно-тематического планирования кружка "Программируемое SDR-радио" эти устройства рассматриваются под названием "устройства радиоэлектронного подавления". Обучение принципам работы подобных устройств позволяет учащимся не только освоить современные технологии, но и развивать критическое мышление, креативность, а также формировать осознанное отношение к практическому применению знаний. Изучение принципов радиоэлектронного подавления важно с точки зрения профориентации, так как дает возможность учащимся ощутить связь теоретических знаний с реальными инженерными задачами. Кроме того, практическая работа с оборудованием, таким как программируемые SDR-приемники компании National Instruments (NI USRP 2901), способствует формированию у учащихся устойчивых профессиональных навыков, востребованных на современном рынке труда.

Использование высокотехнологичного оборудования, такого как NI USRP 2901, и программной среды LabVIEW предоставляет уникальную возможность для изучения и разработки различных систем связи. В кружке "Программируемое SDR-радио" учащиеся не только знакомятся с основами работы SDR-устройств, но и выполняют практические лабораторные работы, включающие разработку систем радиоэлектронного подавления. Эти работы помогают школьникам понять принципы функционирования современных устройств связи и радиочастотного подавления, что создает прочную базу для их дальнейшего обучения в специализированных вузах. Важной частью образовательного процесса является осознание этической стороны использования устройств радиоэлектронного подавления. На занятиях кружка учащимся объясняются как технические аспекты, так и потенциальные последствия применения подобных технологий. Такое комплексное обучение способствует формированию у школьников ответственного отношения к инженерным разработкам и их использованию.

В рамках кружка "Программируемое SDR-радио" в Digital Urpaq был проведен эксперимент по разработке и испытанию устройства радиоэлектронного подавления с использованием оборудования NI USRP 2901 и среды LabVIEW. Устройство разрабатывалось для выполнения задач подавления радиочастотных сигналов, исходящих от беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и ноутбуков, подключенных к публичным Wi-Fi сетям. В ходе эксперимента проводилось тестирование устройства с использованием двух разных типов антенн: штыревой и логопериодической. Такой подход позволил учащимся не только изучить теоретические аспекты, но и получить практические навыки в работе с радиочастотными устройствами.

В данной статье описан процесс выполнения лабораторного практикума по разработке устройства радиоэлектронного подавления, включая этапы проектирования, программирования и тестирования. Особое внимание уделено использованию среды LabVIEW для создания прототипов и анализу эффективности работы устройства в различных условиях. Полученные результаты демонстрируют, как использование высокотехнологичного оборудования и практических методов обучения может способствовать подготовке будущих специалистов в области радиотехники и связи.

2 Написание кода программы на языке LabVIEW

Разработка кода программы устройства радиоэлектронного подавления на языке LabVIEW включает два этапа: сборка блок-схемы и фронтальной панели (графического интерфейса - GUI).

Разработка блок-схемы устройства радиоэлектронного подавления на основе NI USRP-2901 предполагает создание трех основных компонентов, каждый из которых отвечает за конкретную задачу формирования сигнала. Принцип работы устройства заключается в генерации сигнала с расширением спектра, где центральной частотой выступает несущий сигнал на частоте 2,4 ГГц, а в качестве модулирующего сигнала используется белый шум. Среда разработки LabVIEW предоставляет мощный инструментарий для реализации таких задач, включая встроенные виртуальные приборы, примитивы и гибкие возможности настройки параметров. Работа устройства (рис. 1) начинается с инициализации соединения с помощью NI USRP Open TX Session VI.

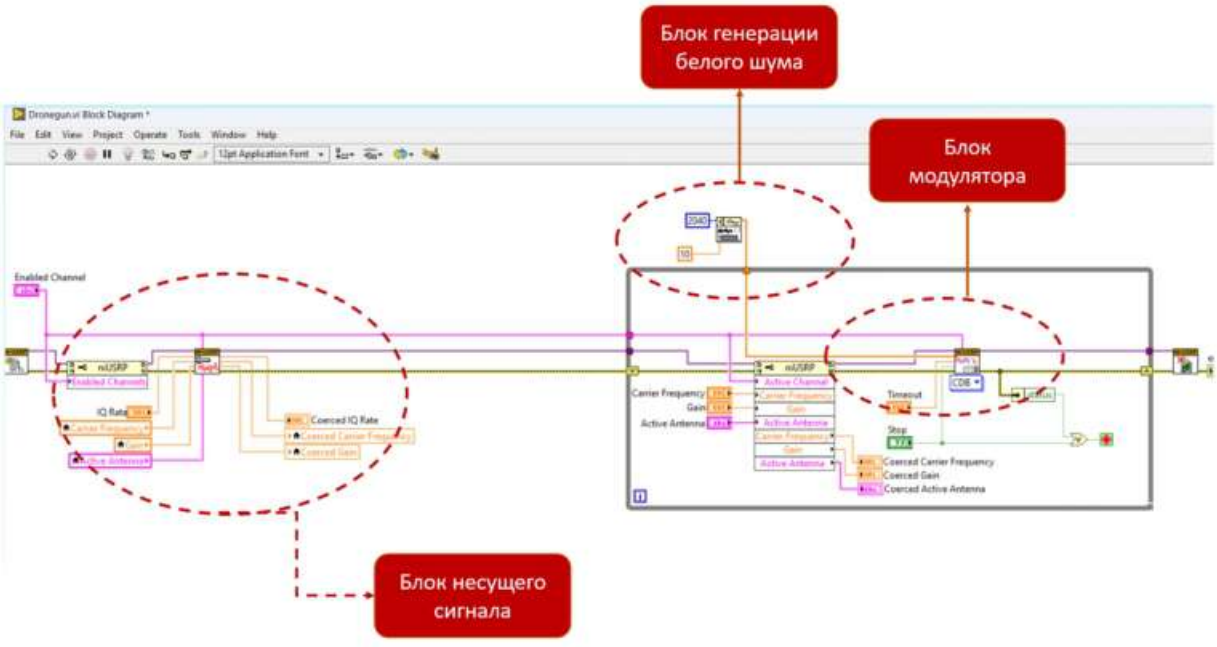


Рисунок 1. Программный код в виде блок-диаграмм в среде LabVIEW

Этот виртуальный инструмент открывает передающий канал устройства USRP и обеспечивает связь между программным обеспечением и аппаратной частью. Он позволяет выбрать конкретное устройство в системе, если подключено несколько USRP,

а также указать активный канал передачи, соответствующий используемой антенне [1]. После успешного открытия канала пользователь задает параметры сигнала на фронтальной панели. Эти параметры передаются в блок несущего сигнала, где они проверяются и применяются.

Блок несущего сигнала играет ключевую роль в системе, так как он отвечает за формирование базовых параметров радиочастотного тракта. Важным элементом этого блока является NI USRP Configuration VI, который настраивает параметры сигнала, задаваемые пользователем на фронтальной панели. Важнейшими параметрами являются IQ Rate, центральная частота, коэффициент усиления и выбор антенны. IQ Rate определяет частоту дискретизации сигнала и может быть скорректирован с использованием механизма Coerced Parameters для обеспечения совместимости с аппаратной частью. Центральная частота в данном проекте фиксирована на уровне 2,4 ГГц, что соответствует требованиям к генерации сигнала с расширением спектра [2]. Коэффициент усиления регулирует мощность передаваемого сигнала, что важно для достижения требуемого уровня подавления. Все эти параметры передаются в NI USRP Configuration VI через примитивы LabVIEW, которые позволяют обеспечить гибкую настройку и передачу данных между компонентами программы.

Блок генерации шума предназначен для формирования модулирующего сигнала, который представляет собой белый шум. Виртуальный прибор White Noise Generator VI генерирует последовательность случайных значений, распределенных по нормальному закону. Этот сигнал характеризуется равномерным распределением энергии по всему спектру, что делает его идеальным для задач подавления. Мощность шума и его характеристики настраиваются через интерфейс фронтальной панели. Сигнал, сформированный этим блоком, передается в модуль модулятора, где он используется для модуляции несущего сигнала. Генерация шума выполняется в режиме реального времени, что обеспечивает непрерывность работы устройства и возможность оперативного изменения характеристик сигнала в зависимости от требований.

Блок модулятора объединяет функции предыдущих двух компонентов, обеспечивая формирование итогового сигнала для передачи. Этот блок включает ключевой виртуальный инструмент NI USRP Write TX Data (CDB cluster) VI [3], который отвечает за передачу данных. Основной задачей модулятора является объединение несущего сигнала и модулирующего шума в единый поток данных, который может быть передан на антенну. Работа блока организована в цикле While, что позволяет ему работать в непрерывном режиме до тех пор, пока пользователь не нажмет кнопку "STOP" или пока не возникнет ошибка. Цикл обеспечивает постоянную передачу данных, гарантируя, что сигнал будет стабильно передаваться на антенну. CDB cluster принимает массив комплексных данных, представляющих собой модулированный сигнал.

Этот массив формируется путем объединения данных от блока несущего сигнала и блока генерации шума. Сигнал модулируется в реальном времени, что обеспечивает его соответствие заданным характеристикам. Важной особенностью блока является наличие системы обработки ошибок, которая реализована с использованием кластеров ошибок. Эти кластеры позволяют фиксировать и обрабатывать возможные неисправности, возникающие в процессе работы устройства. Если происходит ошибка, цикл While завершает свою работу, а соединение с устройством закрывается с помощью NI USRP Close Session VI. Такой подход обеспечивает надежность и безопасность работы устройства [4].

Использование LabVIEW и платформы NI USRP-2901 предоставляет разработчику широкие возможности для настройки и оптимизации устройства [5]. Например, через интерфейс фронтальной панели можно задавать такие параметры, как мощность шума, коэффициент усиления, центральная частота и частота дискретизации. Это позволяет адаптировать устройство под конкретные условия эксплуатации и требования. Кроме того, система обработки ошибок и механизм Coerced Parameters обеспечивают надежность и безопасность работы. Благодаря этим функциям устройство может быть использовано в широком спектре задач, включая радиоэлектронное подавление, тестирование систем связи и исследование радиочастотного спектра [6].

Блок-схема устройства представляет собой последовательность взаимосвязанных компонентов, каждый из которых выполняет свою задачу. Блок несущего сигнала формирует базовые параметры сигнала и обеспечивает связь с аппаратной частью. Блок генерации шума создает модулирующий сигнал, который используется для расширения спектра. Блок модулятора объединяет эти сигналы и передает их на радиопередающее устройство. Такая структура позволяет эффективно решать задачи, связанные с генерацией сигнала с расширением спектра, и обеспечивает высокую степень гибкости и надежности. Разработанная система может быть легко адаптирована для использования в различных приложениях, что делает ее универсальным инструментом для работы с радиочастотными сигналами.

3 Сбор макета

Сборка макета (рис. 2) включается в себя подключение антенн (логопериодическая или штыревая) к каналу TX1 NI USRP2901.

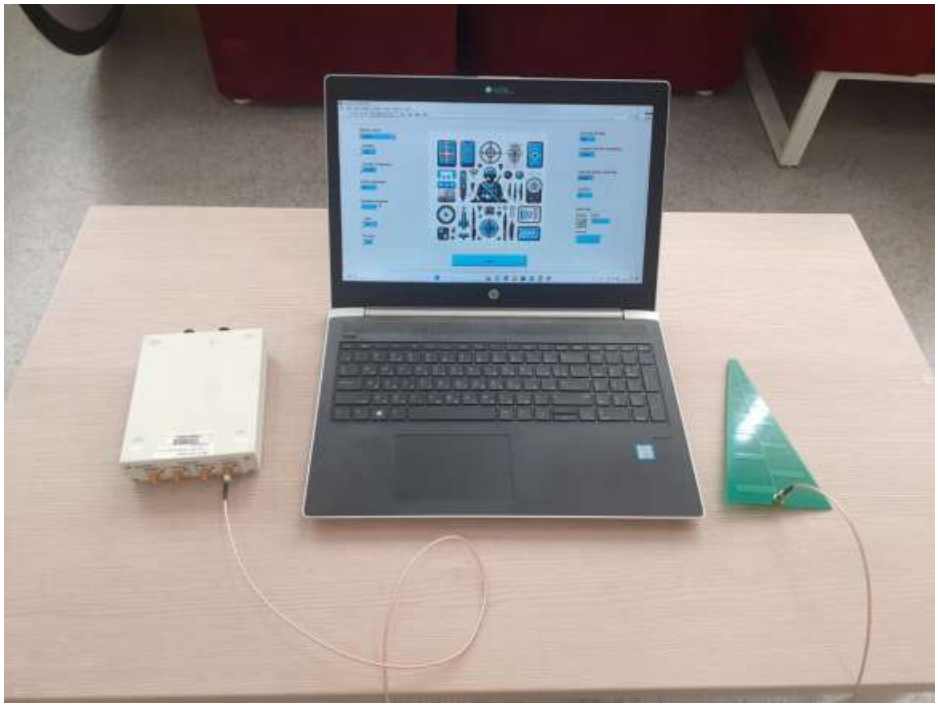


Рисунок 2. Макет устройства радиоэлектронного подавления (подключена логопериодическая патч-антенна)

В свою очередь SDR-устройство запитывается через блок питания 6В и через USB 2.0 соединяется с ноутбуком или ПК (далее рабочая станция). В свою очередь на рабочей станции необходимо запустить проект LabVIEW “Drongun.lvproj”. В файле проекта

базовым виртуальным прибором является «Drongun.VI», при запуске которого открывается GUI для управления устройством радиоэлектронного подавления.

4 Испытание устройства радиоэлектронного подавления

Для испытания устройства радиоэлектронного подавления проведены три эксперимента. В первом эксперименте исследуется способность подавления сигнала Wi-Fi в помещении 100 квадратных метров. Предполагается поочередное тестирование логопериодической патч-антенны и штыревой антенны. В качестве помещения выбрана лаборатория “Программируемого SDR-радио”, площадь которого чуть больше 100 квдратных метров (102,5 квадратных метров) (рис. 3).

Вдоль главной диагонали помещения предполагается размещение спроектированного устройства и цели подавления с шагом в 2 метра. Таким образом производятся замеры сигнала с радиопередатчика NI USRP 2901 на расстояниях от 1 до 15,5 метров. С целью регистрации уровня мощности в точке подавления использован дополнительный NI USRP модуль, запрограммированный в качестве радиоприемника в том же диапазоне, что и радиопередающее устройство. Размещается приемник NI USRP в той же области, что и экспериментальный ноутбук с Wi-Fi подключением. Для приема сигнала в антенный слот подключена штыревая антенна. На экспериментальном ноутбуке в каждой точке смещения производится контроль Wi-Fi соединения. Первый способ контроля заключается в пинговании на внешний ресурс “Google.com” (рис. 4). Если время отклика находится в пределах от 10 до 50 мс, то это свидетельствует о качественном соединении, если пакеты теряются, либо отклики задерживаются – соединение не стабильно, и наконец, в командной строке также транслируется сообщение о возможном прерывании подключения к Wi-Fi сети.



Рисунок 3. Лаборатория «Программироуемого SDR-радио» (ГККП «Дворец школьников»), выбранное для испытания устройства радиоэлектронного подавления



Рисунок 4. Фрагмент контроля Wi-Fi соединения через пингование внешнего ресурса

Второй способ фиксации проводится до подключения устройства радиоэлектронного подавления и заключается в регистрации уровня сигнала через Power Shell с помощью команды «netsh wlan show interface». Уровень мощности сигнала определяется в процентном соотношении. Например, показатель 80% из рисунка 5 соответствует значению -42 дБм. В кабинете программируемого SDR-радио уровень сигнало немного ниже, что обусловлено отдалённостью кабинета от ближайшего роутера.

Для тестирования устройства радиоэлектронного подавления в помещении площадью 200 квадратных метров выбрано Конференц-зал Digital Urpaq (рис. 6). Квадратура помещения немного превышает требуемое значение и составляет 227 квадратных метров.

Замеры уровня мощности в точке приема фиксировались с шагом в 3 метра вдоль главной диагонали в пределах от 1 до 25 метров. Также, как и в случае с помещением в “100 кв. м.” Замерялись параметры Wi-Fi сигнала и оценивалось качество соединение через пингование.

```
Имя:                                   Беспроводная сеть
Описание:                         Intel(R) Dual Band Wireless-AC 8265
Идентификатор GUID:    ffdfd738-b072-4c94-8071-7db5eab23770
Физический адрес:         30:24:32:d9:23:2b
Состояние:                          Подключено
SSID: Beeline_14
BSSID: 20:98:d8:33:0d:0e
Тип сети:                            Инфраструктура
Тип радио:                          802.11n
Проверка подлинности:  WPA2-Personal
Шифр:                                  CCMP
Режим подключения:       Профиль
Канал:                                 13
Скорость приема (Мбит/с):    135
Скорость передачи (Мбит/с): 135
Сигнал:                                        80%
Профиль                  : Beeline_14
```

Рисунок 5 Уровень мощности сигнала в интерфейсе Power Shell



Рисунок 6. Конферен-зал Digital Urpaq

Для оценки способности устройства радиоэлектронного подавления блокировать канал связи оператора с дроном был проведён эксперимент в специально оборудованном кабинете по сборке дронов. Эксперимент проходил в изолированном локальном боксе, предназначенном для минимизации внешних помех и обеспечения точных измерений результатов. Дрон Geoscan Pioneer использовался в качестве тестового объекта, а управление осуществлялось оператором через пульт Fly Sky FS-i6S, работающий по беспроводной сети. Испытания проводились на фиксированных расстояниях — 1, 3, 5 и 7 метров от локального бокса, где находилось устройство подавления. Основной целью эксперимента было зафиксировать способность устройства нарушить канал связи между оператором и беспилотным летательным аппаратом (БПЛА). Нарушение связи приводило к тому, что дрон переходил в аварийный режим и автоматически выполнял посадку. В рамках эксперимента применялось только радиоэлектронное подавление с использованием логопериодической патч-антенны, которая характеризуется направленным свойством. Это позволяло сосредотачивать энергию излучения в заданном направлении, что увеличивало эффективность подавления. Выбор направленной антенны также минимизировал вероятность влияния на сторонние устройства вне зоны испытания.

Эксперимент позволил оценить не только дальность действия устройства радиоэлектронного подавления, но и его практическую эффективность в условиях ограниченного пространства. Полученные данные могут быть использованы для последующих испытаний в открытых условиях и для калибровки параметров устройства подавления в зависимости от задач и условий эксплуатации.

5 Анализ результатов

Анализ результатов экспериментов заключается в определении влияния сигнала радиоэлектронного подавления на качество Wi-Fi соединения. Оценить результаты, представленные удобно через табличное представление, где можно вывести значения отношения сигнал/шум (SNR). В таблице 1 и 2 представлены значения SNR для устройств радиоэлектронного подавления в условиях испытания в помещениях с площадью 100 и 200 квадратных метров соответственно.

Таблица 1. Оценка SNR для устройства радиоэлектронного подавления в рамках экспериментального исследования в помещении с площадью 100 квадратных метров

Дальность (м)	Тип антенны	SNR (дБ)	Результат
1	штыревая	-18,1	Wi-Fi соединение отсутствует
3	штыревая	-13,9	Wi-Fi соединение отсутствует
5	штыревая	-6,3	Wi-Fi соединение отсутствует
7	штыревая	-0,2	Wi-Fi соединение отсутствует
9	штыревая	1,6	Wi-Fi соединение отсутствует
11	штыревая	10,5	Wi-Fi соединение отсутствует
13	штыревая	13,2	**Wi-Fi соединение нестабильно**
15	штыревая	16	**Wi-Fi соединение нестабильно**
1	логопериодическая	-27,7	Wi-Fi соединение отсутствует
3	логопериодическая	-23,3	Wi-Fi соединение отсутствует
5	логопериодическая	-17,7	Wi-Fi соединение отсутствует
7	логопериодическая	-15,5	Wi-Fi соединение отсутствует
9	логопериодическая	-9,9	Wi-Fi соединение отсутствует
11	логопериодическая	-7,3	Wi-Fi соединение отсутствует
13	логопериодическая	-2,9	Wi-Fi соединение отсутствует
15	логопериодическая	3,1	Wi-Fi соединение отсутствует

В помещении с площадью 200 квадратных метров немного больше контрольных меток вдоль главной диагонали, что отмечено в таблице 2. Также показано, что в конференц-зале Digital Urpaq уровень сигнала Wi-Fi до подключения устройства радиоэлектронного подавления относительно уменьшается по мере отдаления от роутера.

Таблица 2. Оценка SNR для устройства радиоэлектронного подавления в рамках экспериментального исследования в помещении с площадью 200 квадратных метров

Дальность (м)	Тип антенны	SNR (дБ)	Результат
1	штыревая	-20,2	Wi-Fi соединение отсутствует
4	штыревая	-17,6	Wi-Fi соединение отсутствует
7	штыревая	-7,9	Wi-Fi соединение отсутствует

10	штыревая	-2,8	Wi-Fi соединение отсутствует
13	штыревая	8,1	Wi-Fi соединение отсутствует
16	штыревая	15,4	**Wi-Fi соединение нестабильно**
19	штыревая	20,1	**Wi-Fi соединение устойчиво**
22	штыревая	24,5	**Wi-Fi соединение устойчиво**
25	штыревая	30,1	**Wi-Fi соединение устойчиво**
1	логопериодическая	-27,1	Wi-Fi соединение отсутствует
4	логопериодическая	-22,7	Wi-Fi соединение отсутствует
7	логопериодическая	-16,5	Wi-Fi соединение отсутствует
10	логопериодическая	-9,5	Wi-Fi соединение отсутствует
13	логопериодическая	-2,6	Wi-Fi соединение отсутствует
16	логопериодическая	3,7	Wi-Fi соединение отсутствует
19	логопериодическая	6,2	Wi-Fi соединение отсутствует
22	логопериодическая	10,5	Wi-Fi соединение отсутствует
25	логопериодическая	13,7	**Wi-Fi соединение нестабильно**

Таким образом, в соотвтетствии с анализом результатов, представленном в таблицах 1 и 2, устройство радиоэлектронного подавления со штыревой антенной успешно блокирует Wi-Fi сигнал на расстоянии до 13 метров, с 13 до 16 метров соединение нестабильно, от 16 метров и выше ноутбук не теряет соединение с роутером.

Для логопериодической антенны немного иная картина благодаря усилительным свойствам:

- До 22 метров блокировка успешна;
- от 22 до 25 метров соединение нестабильно;
- от 25 метров и дальше соединение устойчиво.

Также установлено, что разработанное устройство радиоэлектронного подавление успешно блокирует полет БПЛА Geoscan Pioneer (рис. 7) в пределах расстояния до бокса до 7 метров. В таблице 3 показано на каких расстояних удалось отправить Geoscan Pioneer на аварийную посадку.



Рисунок 7. Кадр с испытаний. Красным овалом выделены БПЛА и направленная антенна (логопериодическая антенна наложена в виде картинки, так как ее в кадре не видно из-за формата плоскости логопериодической антенны)

Таблица 3. Результаты испытаний на радиоэлектронного подавления дрона Geoscan Pioneer

Расстояние между NI USRP и боксом	Результат
1 метр	Автоматическая посадка
3 метра	Автоматическая посадка
5 метров	Автоматическая посадка
7 метров	БПЛА держит высоту

Анализ результатов испытаний устройства радиоэлектронного подавления с различными типами антенн демонстрирует его эффективность в задачах блокировки беспроводных систем связи и управления беспилотными летательными аппаратами (БПЛА). Устройство доказало свою практическую применимость для предотвращения несанкционированного использования дронов, например, в охране стратегических объектов, на массовых мероприятиях или для обеспечения приватности на закрытых территориях. Эффективность блокировки Wi-Fi сигнала на расстояниях до 13 метров с штыревой антенной и до 22 метров с логопериодической антенной позволяет использовать устройство для защиты конфиденциальной информации, контроля сетевой активности и ограничения несанкционированного доступа в зонах с повышенными требованиями к безопасности.

6 Заключение

В рамках проведенного исследования был рассмотрен процесс разработки и испытания устройства радиоэлектронного подавления на базе NI USRP 2901 и среды LabVIEW. Полученные результаты продемонстрировали, что использование программируемых SDR-устройств и современных методов обучения позволяет учащимся развивать как теоретические, так и практические навыки в области радиотехники. Эксперименты подтвердили эффективность разработанного устройства в задачах подавления радиочастотных сигналов, а также позволили учащимся изучить особенности работы с реальным оборудованием. Реализация таких проектов способствует не только формированию профессиональных компетенций у школьников, но и их осознанному подходу к использованию технологий в современных условиях.

Список литературы

1 Telagam, Nagarjuna & Lakshmi, S & kk, Nehru. (2019). USRP 2901-based SISO-GFDM transceiver design experiment in virtual and remote laboratory. International Journal of Electrical Engineering & Education. 59. 002072091985762. 10.1177/0020720919857620.
2 Telagam, Nagarjuna & Nanjundan, Menakadevi & kk, Nehru. (2018). USRP 2901 Based MIMO-OFDM Transciever in Virtual and Remote Laboratory. INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTER SCIENCES AND ENGINEERING. 6. 1066-1073. 10.26438/ijcse/v6i7.10661073.
3 Kaba, Vanita & Patil, Rajendra & Chandrashekar, Shyamala. (2024). Real time implementation of downlink orthogonal frequency division multiplexing based non-orthogonal multiple access transceiver using NI USRP platform. International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE). 14. 4138. 10.11591/ijece.v14i4.pp4138-4146.
4 Basholli, Fatmir & Juraev, Davron & Egamberdiev, Khojiakbar. (2024). Framework, tools and challenges in cyber security. 10.13140/RG.2.2.21009.24161.
5 Somanaidu, Utlapalli & Telagam, Nagarjuna & kk, Nehru & Nanjundan, Menakadevi. (2018). USRP 2901 Based FM Transceiver with Large File Capabilities in Virtual and Remote Laboratory. International Journal of Online Engineering (iJOE). 14. 193. 10.3991/ijoe.v14i10.8283.
6 Kovács, Attila. (2024). Comparative Analysis of Traditional and Modern Proxy Solutions in Cyber Security. International Journal of Communication Networks and Information Security. 16.

КІРІКТІРІЛГЕН САБАТАРДА ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ТАПСЫРМАЛАРДЫ ҚҰРУДЫҢ SMART ӘДІСІ

АУЭЛБЕКОВА ГАВХАР УМУРБЕКОВНА*

Түйіндеме

Бұл мақала кіріктірілген сабақтарда құрылымдық тапсырмаларды құруда SMART әдісін қолданудың тиімділігі мен маңыздылығын қарастырады. Катапульта жасау арқылы физика, математика және технология пәндерінің мазмұнын кіріктіру мысалы ұсынылады. Оқушылардың практикалық дағдыларын қалыптастыру, ғылыми әдіснамаларды қолдану және ағылшын тілін тиімді кіріктіру мәселелері де талқыланады. Мақала құрылымдық тапсырмаларды әзірлеу мен пән аралық байланыстарды дамыту арқылы оқушылардың жеке және интеллектуалды қабілеттерін арттыруға бағытталған.

Кіріктірілген сабақтар – бұл бірнеше пәннің мазмұнын біріктіріп, оқушылардың білімін кеңейтетін оқыту әдісі. Мұндай сабақтар оқушыларды бір мәселені бірнеше пәннен алған білімдерін пайдалана отырып шешуге мүмкіндік береді. Қазіргі білім беру жүйесінде пән аралық байланыстарды тиімді қолдану маңызды болып отыр. Бұл мақалада SMART әдісін қолдану арқылы құрылымдық тапсырмаларды құру тәсілі қарастырылады. Әсіресе, физика, математика және ағылшын тілі пәндерін біріктіретін тапсырмалар арқылы оқушылардың зерттеу дағдыларын дамытып, олардың шығармашылық қабілеттерін арттыру көзделеді және де функционалдық сауаттылық артады.

SMART әдісі – оқыту мақсаттарын нақты, өлшенетін, қол жеткізуге болатын, маңызды және уақыт бойынша белгіленген етуге негізделген әдіс. Оқушылар үшін нақты мақсаттар қою, оларды өлшеуге мүмкіндік беретін тапсырмалар дайындау, және осы мақсаттарға уақытында қол жеткізу тапсырмалардың тиімділігін арттырады.

SMART әдісінің компоненттері:

- **Specific** (нақты): Мақсат айқын және нақты болуы керек.
- **Measurable** (өлшенетін): Мақсаттың жетістігін өлшеуге болатын критерийлер болуы қажет.
- **Achievable** (қол жеткізуге болатын): Мақсаттар оқушылардың мүмкіндіктеріне сәйкес болуы керек.
- **Relevant** (маңызды): Мақсат білім беру бағдарламасына сәйкес болуы қажет.
- **Time-bound** (уақыт бойынша белгіленген): Мақсатқа белгілі бір уақыт аралығында қол жеткізу көзделеді.

Құрылымдық тапсырмалар SMART әдісі арқылы құрастырылған кезде, олар оқушылардың нәтижелерін нақты бағалауға және олардың ойлау қабілеттерін дамытуға бағытталады.

Катапульта жасау: Физика, Математика және Ағылшын тілі пәндері арасындағы байланыс.

Катапульта жасау тапсырмасы оқушыларға практикалық дағдыларды қалыптастыруға мүмкіндік береді. Бұл тапсырма физика, математика және ағылшын тілі пәндерін

біріктіреді. Оқушылар ағаш таяқшалар мен желім қасықтарынан катапульта жасап, оның физикалық және математикалық ерекшеліктерін зерттейді. Осының нәтижесінде оқушылар қозғалыс күштері, энергияның сақталу заңы, бұрыштық өлшеулер, математикалық есептеулерді тәжірибеде қолдануды үйренеді.

Тапсырма қадамдары:

Физика: Катапультаның жұмыс принципі түсіндіріледі, күш пен қозғалыстың байланысы зерттеледі.

Математика: Катапультаның ұшу қашықтығын есептеу үшін тригонометрия мен геометрия қолданылып, бұрыштың әсері анықталады.

Бұл процесс оқушылардың пәндер арасындағы байланысты түсінуіне, аналитикалық ойлау қабілеттерін дамытуға және ғылыми әдіснамаларды қолдануға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: цифрлық технологиялар, SMART әдіс, кіріктірілген сабақ, функционалдық сауаттылық, практикалық дағды

Abstract

This article examines the effectiveness and significance of applying the SMART strategy in designing structured tasks within integrated lessons. As an example, a catapult-building project is presented to demonstrate the integration of content from physics, mathematics, and technology. The discussion also addresses the development of students' practical skills, the application of scientific methodologies, and the effective integration of the English language. The article aims to enhance students' personal and intellectual abilities through the development of structured tasks and interdisciplinary connections.

Integrated lessons are an instructional approach that combines the content of multiple subjects to expand students' understanding. Such lessons enable learners to solve real-world problems by applying knowledge acquired across various disciplines. In the context of modern education, fostering interdisciplinary connections has become essential. This paper explores a method for designing structured tasks using the SMART framework. In particular, tasks that integrate physics, mathematics, and English aim to foster research skills, stimulate creativity, and improve students' functional literacy.

The **SMART** approach is a goal-setting method that ensures learning objectives are Specific, Measurable, Achievable, Relevant, and Time-bound. By setting clear goals, preparing measurable tasks, and ensuring timely completion, educators can significantly increase the effectiveness of student learning outcomes.

Components of the **SMART Framework**:

- **Specific**: Goals should be clear and well-defined.
- **Measurable**: Criteria should be in place to assess the achievement of goals.
- **Achievable**: Objectives must be realistic and attainable based on students' capabilities.
- **Relevant:** Goals should align with the educational curriculum and learning outcomes.
- **Time-bound:** Objectives should be completed within a specific timeframe.

When structured tasks are developed based on the SMART framework, they enable accurate assessment of student performance and contribute to the development of critical thinking skills.

Catapult Construction: Integrating Physics, Mathematics, and English

The catapult construction task allows students to develop practical, hands-on skills while integrating subject matter from physics, mathematics, and English. Students use wooden sticks and glue-based spoons to construct a catapult and investigate its physical and mathematical properties. Through this task, learners explore forces of motion, the law of conservation of energy, angular measurement, and the practical application of mathematical calculations.

Steps of the task:

Physics: Students examine the working principle of the catapult and investigate the relationship between force and motion.

Mathematics: Trigonometric and geometric concepts are applied to calculate the projectile distance and determine the effect of launch angles.

This learning process enhances students' understanding of interdisciplinary links, fosters analytical thinking, and promotes the use of scientific inquiry methods.

Keywords: digital technologies, SMART strategy, integrated lessons, functional literacy, practical skills

DIGITAL EDUCATION: NEW TECHNOLOGIES IN SECONDARY EDUCATION
ЦИФРЛЫҚ БІЛІМ: ОРТА БІЛІМ БЕРУДЕГІ ЖАҢА ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Жумашева Ж.Б. *

Аңдатпа. Цифрлық білім беру технологиялары қазіргі білім беру жүйесінде маңызды орын алуда. Бұл мақалада цифрлық білімнің орта білім беру сапасына әсері, жаңа технологиялардың оқыту үдерісін қалай өзгертетіні талданады. Цифрлық білім беру құралдары мен платформаларын пайдалану оқушылардың оқу үлгерімін арттыру, оқыту сапасын жақсарту, сондай-ақ оқушыларды болашақ кәсіби салаға дайындау үшін маңызды. Мақалада цифрлық білімнің тиімділігі, кемшіліктері және халықаралық тәжірбие бойынша мысалдар қарастырылады. Цифрлық білім беру жүйесінің орта білім беру саласындағы рөлі мен оның даму болашағы туралы ұсыныстар беріледі.

Тірек сөздер: цифрлық білім беру, жаңа технологиялар, цифрлық платформалар, интерактивті әдістер, электрондық оқыту.

Abstract. Digital education technologies are gaining significant importance in the modern educational system. This article examines the impact of digital education on the quality of general education and analyzes how new technologies are changing the learning process. The use of digital educational tools and platforms enhances students academic performance, improves the quality of education, and prepares students for future professional careers. The article discusses the effectiveness and drawbacks of digital education, providing examples from international experience. Additionally, recommendations for the development of digital education technologies in the general education system are offered.

Keywords: digital education, new technologies, e-learning, interactive methods, digital platforms.

Қосымша және орта білім беруде цифрлық технологияларды қолдану білім сапасын арттыруда маңызды рөл атқарады.

Білім берудегі цифрлық технологиялар – бұл заманауи білім беру жүйесін цифрлық құралдар арқылы ұйымдастыру тәсілі. Қазіргі уақытта цифрлық технологиялар қарқынды дамып, дәстүрлі әдістерді тиімді толықтыратын жаңа құралдар ұсынады. Бұл технологияларды педагогтар өздерінің әдістемелік жұмыстарында жылдам әрі тиімді пайдаланып, білім беру процесін жетілдіруде. Цифрлық технологиялар білім беру үдерісінің тиімділігін арттыруда жаңа мүмкіндіктер береді.

Цифрлық білім беру ресурстары оқушылар мен мұғалімдер үшін жаңа білім алу және үйрету тәсілдерін ұсынады. Қазақстанда орта білім беруде цифрлық ресурстарды қолдану оқыту үдерісінің тиімділігін арттырудың негізгі факторларының бірі болып табылады. Бұл өз кезегінде оқушылардың оқуға деген қызығушылығын арттырып, білімін тереңдетуге мүмкіндік береді.

Білім берудегі цифрлық құралдарға электрондық білім беру жүйелері, әлеуметтік желілер, бейнемазмұндар, ойын негізіндегі оқу материалдары, графикалық дизайн т.б. кіреді. Бұл құралдарды дайындаудың негізгі мақсаты – оқушылардың үлгерімін бақылаудың жеңілдігі, білім алудың жаңғыртылуы, білім алуды ашық әрі қолжетімді ету (Ы.Алтынсарин атындағы ҰБА, 2022: 120).

Сонымен, цифрлық технологияларды қолданудың негізгі мақсаттарының бірі қазіргі білім беру жүйесінде мұғалім мен оқушылардың өзара әрекетін ұйымдастыру болып табылады. Әріптесіміз Д.А.Богданова өзінің «Мектепте АКТ қолдану туралы» мақаласында «Оқушылардың басым көпшілігі цифрлық технологияларды сабақта қолдану жалпы атмосфераны өзгертіп, оқу процесін сапалы түрде жақсы жаққа өзгертетінін айтады» деген тұжырымдаманы ұсынады (Богданова Д.А, 2015: 31-36). Бұл пікір орта білім беру жүйесінде цифрлық ресурстар мен құралдардың оқушының оқу мотивациясына, танымдық белсенділігіне және пәнге деген қызығушылығына оң әсер ететінін дәлелдейді. Автордың тұжырымдамасы қазіргі білім беру жүйесінде жаңа технологияларды тиімді интеграциялау білім беру процесінің мазмұнын жаңғыртып, оны заманауи талаптарға сай жетілдірудің маңызды факторы екенін көрсетеді. Осы айтылған ойлардың негізінде орта білім берудегі цифрлық технологияларды қолданудың мынадай артықшылықтарын атап өтуге болады:

- Интерактивті тақталар, интерактивті панельдер, интерактивті орталықтар, интерактивті экрандар, сымсыз «грифельді» тақталар – мұғалім мен оқушы арасындаға өзара байланысты күшейтеді, көрнекілікті арттырады;

- Білім беру платформалары: «Bilimland», «Google Classroom», «Kundelik», «Daryn.online» – оқу тапсырмаларын беру, кері байланыс алу, бағалау жүйесін автоматтандыруға мүмкіндік береді;

- Сандық симуляциялар мен виртуалды зертханалар – нақты тәжірбие жасау мүмкіндігі шектеулі жағдайларда (химия, физика пәндерінде) оқу процесін тиімді етеді. Сонымен қатар, цифрлық технологиялардың психологиялық-педагогикалық әсері де ерекше назар аударуға тұрарлық. Геймификация элементтері – яғни, оқу тапсырмаларын ойын түрінде беру, оқушылардың ішкі мотивациясын арттырып, сабаққа қызғушылығын күшейтеді. Видеосабақтар, подкасттар сынды мультимедиялық контенттер әр оқушының оқу стиліне (визуалды, аудиалды, кинестетикалық) бейімделуге жағдай жасайды. Бұл оқушылардың танымдық белсенділігі мен өздігінен білім алуға деген ынтасын арттыруға ықпал етеді. АҚШ-тың Питтсбург университетінің зерттеушілері Хуивен Чен мен Итиан Хуан 2024 жылы жариялаған «Мектеп оқушыларының цифрлық оқу платформаларын пайдалану мотивациясына әсері» мақаласында (Chen, H., Huang, Y, 2024) орта мектеп оқушыларының цифрлық оқу платформаларын қолдануы мен олардың оқу мотивациясы арасындағы байланысты зерттейді. Нәтижесінде цифрлық оқу платформаларын тұрақты пайдаланатын жоғары сынып оқушыларының мотивация деңгейі жоғары болатынын көрсетеді. Аталған тұжырымды отандық зерттеулер де дұрыс деп көрсетеді.

Мәселен, Қазақстандық ғалымдар Н.Б.Серикбаева, П.С.Рахимғалиева, Ж.Т.Сүлейменова өздерінің «Цифрлық білімдік ортада студенттердің оқу мотивациясының қалыптасу ерекшеліктері» мақаласында оқушылардың оқу мотивациясын қалыптастыруда тек технологиялық құралдардың ғана емес, сонымен қатар психологиялық-педагогикалық қолдаудың да маңызын атап өтеді. Зерттеу нәтижесінде респондеттердің басым бөлігі цифрлық ресурстарды қолдану мүмкіндігіне ие болғанымен, олардың онлайн оқу үдерісіне деген ішкі мотивациясының жеткіліксіз екені анықталған. Бұл екі зерттеу нәтижесін салыстыра отырып, цифрлық технологиялардың тиімділігі тек олардың техникалық жетілдірілуімен емес, сонымен қатар оларды қолдану әдістемесіне және оқу процесіндегі оқушылардың эмоциялық-психологиялық ахуалына байланысты екенін көруге болады. Яғни, цифрлық білім беру

ортасын дамытуда технология мен педагогиканың үйлесімді интеграциясы – басты талаптардың бірі (Серікбаева, Н.Б., Рахимғалиева, П.С., Сүлейменова, Ж.Т., 2021). Сонымен қатар, цифрлық ресурстардың дидактикалық әлеуеті оқу мазмұнын бейімдеуге, оқытуды саралауға және білім алушылардың жеке қажеттіліктеріне икемделуге кең мүмкіндік береді. Жоғарыда атап өткен білім беру платформаларының да мұғалімнің оқу процесін түрлендіруге, оқушының кері байланыс беруі мен дербес оқуын ұйымдастыруда мүмкіндіктері зор. Осыған байланысты, цифрлық білім беруді дамыту тек технологияны енгізумен шектелмеуі тиіс, ол оқытудың әдіснамалық негіздерімен тығыз байланыста жүргізілуі керек.

Цифрлық технологияларды білім беру жүйесіне енгізу оқыту мазмұнының, әдіс-тәсілдерінің, бағалау жүйесінің және білім беру ортасының қайта құрылымдануын талап етеді. Бұл өзгерістер өз кезегінде оқытудың әдіснамалық негіздерін жаңғыртумен тығыз байланысты. Цифрлық құралдарды механикалық тұрғыдан енгізу күтілген нәтиже бермейді, егер ол нақты дидактикалық мақсаттарға сәйкес қолданылмаса.

Атап айтқанда, білім берудің конструктивтік теориясына негізделген оқыту модельдері цифрлық ортада сәтті жүзеге асады. Бұл бағытта оқушы тек білім алушы емес, сонымен қатар білімді белсенді түрде құраушы ретінде танылады. Мұндай тәсілдер – жобалық оқыту, проблемалық оқыту, флиппед-класс, саралап оқыту – цифрлық құралдармен үйлесімді әрекеттесе алады. Осы орайда педагогтің рөлі тек білім беруші емес, оқу үдерісінің фасилитаторы, цифрлық ортада бағыттаушы, оқу мотивациясын арттырушы ретінде қалыптасады. Сондықтан әдістемелік тұрғыдан да мұғалімдерге цифрлық педагогиканың теориялық негіздерін меңгерту, оларға әдістемелік қолдау көрсету – білім саясатының негізгі басымдықтарының бірі болуы тиіс. Аталған ойға қатысты педагог-ғалым Е.С.Полаттың «Бүгінгі таңда әлем цифрлық технологияларға көбірек тәуелді болып келе жатқаны анық және болашақ мұғалімдерден сан алуан білімнің мол қорын, соның ішінде цифрлық технологияларды білуді талап ететіні анық. Нарық кең білім мен дайын шешімдерге негізделген жылдам дамуды талап етеді» деген пікірін «Оқыту құралдарының оңтайлы жүйесін құрудың теориялық негіздері» еңбегінен көреміз (Полат Е.С, 1991: 121).

Автор атап өткендей, қазіргі таңда әлем цифрлық технлогияларға тәуелді бола отырып, болашақ мұғалімнен тек базалық пәндік білімді ғана емес, сонымен қатар кең ауқымды білім мен цифрлық технологияларды тиімді игеруді талап етеді. Бұл тұжырым білім беру жүйсіне цифрлық технологияларды енгізудің тек техникалық емес, әдіснамалық сипатқа ие екенін көрсетеді. Яғни, цифрлық құралдарды оқыту үдерісіне бейімдеуде мұғалімнің цифрлық педагогика саласындағы кәсіби құзыреттілігі шешуші рөл атқарады. Мұндай көзқарас қазіргі орта білім беру жүйесінде мұғалімдердің цифрлық ортаға икемделуінің маңызын және оларды сапалы даярлау қажеттігін айқын көрсетеді. Цифрлық құралдарды оқытуда мақсатты түрде, дидактикалық негізде қолдану – сапалы білім берудің шешуші факторы. Осы ойды дәлірек жеткізу үшін орта білім беруде жиі қолданылатын цифрлық платформалардың дидактикалық мүмкіндіктерін көрсететін кесте ұсынамын:

Платформа (цифрлық құрал)	**Қолдану мақсаты**	**Қолданылатын пән**	**Дидактикалық әсері**
BilimLand	Теорияны визуалды түсіндіру	Физика, химия, биология	Күрделі ұғымдарды бейнелі түрде жеткізеді, оқушының қабылдауын жеңілдетеді

Google Forms	Білімді жедел тексеру	Барлық пәндер	Автоматты бағалау, нәтижені көру, деректерді талдауға мүмкіндік береді
Kahoot/Quizizz	Бекіту, жарыс элементі	Тарих, геогафия	Қызығушылық тудырады, бәсекелестік орта қалыптастырады
Padlet	Кері байланыс, ой бөлісу	Қазақ тілі, әдебиет	Оқушылардың пікірін еркін білдіруіне мүмкіндік береді, рефлексияны дамытады
Google classroom	Үй тапсырмасы, байланыс	Барлық пәндер	Оқу үдерісін ұйымдастыруды оңтайлатады, материалдарға үнемі қолжетімділікті қамтамасыз етеді
Zoom/Teams	Онлайн сабақ, топтық жұмыс	Ағылшын тілі, информатика	Қашықтықтан қарым-қатынасты қамтамасыз етеді, интерактивті форматты қолдайды

Бұл кесте цифрлық білім беру құралдарының педагогикалық функциясын жүйелі түрде қарастыруға мүмкіндік береді. Әрбір платформа тек техникалық ресурс ретінде емес, белгілі бір дидактикалық мақсатты тиімді жүзеге асыратын құрал ретінде қолданылады. Бұл өз кезегінде оқушының мотивациясын, танымдық белсенділігін арттырып, оқу үдерісінің нәтижелілігін қамтамасыз етеді.

Қазіргі білім беру кеңістігінде цифрлық технологиялар оқу үдерісінің бөлінбес элементіне айналып отыр. Жаңа буын оқушылардың танымдық қажеттіліктері мен қабылдау ерекшеліктері дәстүрлі әдістерді жаңғыртып, заманауи цуифрлық құралдармен толықтыруды талап етеді. Мақала барысында айтқандай, цифрлық технологияларды мақсатты, дидактикалық негізде қолдану оқу үдерісінің сапасын арттырып, оқушының білімге қызығушылығын, өз бетінше ізденуін сонымен бірге бесенділігін арттыруға ықпал етеді.

Сондай-ақ қазіргі білім беру жүйесі мұғалімдерден тек технологияны білу емес, оны педагогикалық тұрғыда тиімді пайдалану біліктілігін де талап етеді. Мұғалімнің цифрлық құзыреттілігі – оқыту мазмұнын жаңғыртуда, оқушының жеке қажеттілігіне бейімделген оқыту ортасын құруда шешуші рөл атқарады. Мақалада келтірген кесте мен шетелдік және отандық ғалымдардың зерттеулері бұл пікірді нақтылай түседі.

Қорыта айтқанда, орта білім беру жүйесінде цифрлық технологияларды енгізу тек жаңашылдық үрдісі ғана емес, білім берудің сапалық өзгерісінің негізі де болып табылады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

Білім беру үдерісінде SMART-технологияларды қолдану бойынша әдістемелік ұсынымдар. – Нұр-Сұлтан: Ы.Алтынсарин атындағы ҰБА, 2022. – 120 б.

Богданова Д.А. Мектепте АКТ қолдану туралы // Білім берудегі жаңа ақпараттық технологиялар. Конференция материалдары. – 2015.- Б.31-36.

Chen H., Huang Y. The effect of digital learning platforms on student motivation in secondary education // Educational Humanities and Social Sciences. – 2024. – Vol. 4, No. 1. – Қолжетімді: https://drpress.org/ojs/index.php/EHSS/article/view/25541

Серікбаева, Н.Б., Рахимғалиева, П.С., Сүлейменова, Ж.Т. (2021). Цифрлық білімдік ортада студенттердің оқу мотивациясының қалыптасу ерекшеліктері. Қарағанды Университетінің Хабаршысы. Педагогика сериясы, №2 (102).

Полат Е.С. Оқыту құралдарының оңтайлы жүйесін құрудың теориялық негіздері.- М .: Наука, 1991. -121 б.

Ф. Б. Бөрібекова, Н. Ж. Жанатбекова, Қазіргі заманғы педагогикалық технологиялар: Оқулық. – Алматы: 2014. – 360 бет.

MATHEMATICS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE: NEW DIRECTIONS OF INTEGRATION

МАТЕМАТИКА ЖӘНЕ ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ: ИНТЕГРАЦИЯНЫҢ ЖАҢА БАҒЫТТАРЫ

Канназарова Тілектес Куанышбайқызы*

Аннотация

Жасанды интеллект (ЖИ) – XXI ғасырдың ең қарқынды дамып келе жатқан технологиялық салаларының бірі. Оның негізінде жатқан алгоритмдер мен модельдер терең математикалық теорияларға сүйенеді. Осы мақалада математика мен жасанды интеллект арасындағы тығыз байланыс жан-жақты талданады.

Мақаланың мақсаты – математикалық әдістердің ЖИ құрылымындағы маңызын ашу және болашақта осы екі саланың интеграциясының мүмкіндіктерін көрсету. Математика — ғылымдар патшасы, ал ЖИ — технологиялық болашақтың негізі. Жасанды интеллекттің дамуы математикалық теориясыз мүмкін емес

Бірінші бөлімде жасанды интеллекттің негізін құрайтын математикалық құралдар қарастырылады. Оларға сызықтық алгебра, ықтималдық теориясы, математикалық статистика, дифференциалдық теңдеулер және оптимизация әдістері жатады. Бұл салаларсыз машиналық оқыту, нейрондық желілер, компьютерлік көру сияқты ЖИ бағыттарын дамыту мүмкін емес.

Екінші бөлімде жасанды интеллекттің математикалық зерттеулерге әсері сипатталады. Жасанды интеллект көмегімен күрделі математикалық есептерді шешу, жаңа гипотезаларды модельдеу және дәлелдеу тәсілдерін автоматтандыру жолдары зерттеледі. Мұндай тәсілдер заманауи математиканың дамуына тың серпін беруде.

Үшінші бөлімде математика мен жасанды интеллект арасындағы интеграцияның жаңа бағыттары қарастырылады. Атап айтқанда, кванттық есептеулердегі математикалық модельдер, адаптивті оқыту жүйелері, үлкен деректерді (Big Data) өңдеудегі әдістер, медицина мен экологиядағы қолданбалы есептер келтіріледі.

Мақалада сонымен қатар осы интеграциядағы қиындықтар мен болашақтағы ғылыми-тәжірибелік міндеттер сөз болады. Деректердің дәлдігі, модельдердің интерпретациясы, этикалық мәселелер, сондай-ақ болашақта математиканы автоматтандыру мүмкіндіктері талқыланады.

Жалпы алғанда, бұл мақала математика мен ЖИ арасындағы өзара байланысты тереңірек түсінуге көмектеседі және осы салаларда зерттеу жүргізуші ғалымдар мен мамандар үшін пайдалы болады. Сонымен қатар, болашақтағы интеграцияның мүмкін бағыттары мен білім беру саласындағы орны да сөз болады.

Кілт сөздер: интеллект, нейрондар, математика, технология

Abstract

Artificial Intelligence (AI) is one of the most rapidly developing technological fields of the 21st century. The algorithms and models underlying it are based on deep mathematical theories. This article provides a comprehensive analysis of the close interconnection between

mathematics and artificial intelligence. The aim of the article is to reveal the importance of mathematical methods in the structure of AI and to explore the potential for future integration of these two fields.

Mathematics is the queen of sciences, while AI is the foundation of the technological future. The development of artificial intelligence is impossible without mathematical theory.

The first part of the article examines the mathematical tools that form the basis of AI. These include linear algebra, probability theory, mathematical statistics, differential equations, and optimization methods. Without these areas, the development of AI fields such as machine learning, neural networks, and computer vision would be impossible.

The second part describes the impact of AI on mathematical research. It explores how artificial intelligence can assist in solving complex mathematical problems, modeling new hypotheses, and automating the process of proving theorems. Such approaches are providing new momentum for the advancement of modern mathematics.

The third part addresses emerging directions in the integration of mathematics and AI. These include mathematical modeling in quantum computing, adaptive learning systems, methods for processing Big Data, and applied problems in medicine and ecology.

The article also discusses the challenges and future scientific-practical tasks associated with this integration. Issues such as data accuracy, the complexity of model interpretation, ethical concerns, and the prospects of automating mathematical processes are examined.

Overall, the article contributes to a deeper understanding of the interplay between mathematics and AI and serves as a valuable resource for researchers and professionals in the field. It also touches on potential directions for integration in the future and its significance in the field of education.

Keywords: intelligence, neurons, mathematics, technology

THE CASE OF AN YOUNG HISTORIAN
ЖАС ТАРИХШЫНЫҢ КЕЙСІ

УМИРЗАКОВА МАЙРА АБДИКАРИМОВНА*

Аңдатпа. Бұл баяндамада заманауи иноовациялық технологияларды қолданып, «Қазақстан тарихы» пәнінің мазмұнын оқушыға меңгертудің тиімді тәсілдері, дарынды оқушыны олимпиадаға дайындаудың цифрландырылған жүйелі базасы таныстырылады. Ақпараттық-технологиялардың білім беру платформаларының, сервистерінің, жасанды интеллектінің көмегімен оқушыны олимпиадаға дайындаудың үздік нәтижелері баяндалады.Тарих пәнінен қажетті оқу құралдары, білім беру құралдары жинақталып, кейс түрінде ұсынылады.

Тірек Сөздер: Кейс, pCloud бағдарламасы, жасанды интеллект, Олимпиада

Annotation. This report presents effective methods for teaching the subject "History of Kazakhstan" to young people using modern innovative technologies based on a digital training system for talented school students preparing for the Olympiad. The best educational platforms, services, and artificial intelligence information technologies are presented. The results of student preparation are summarized and presented in the form of necessary cases, educational materials, and teaching tools for the subject of history.

Keywords: Case, pCloud program, artificial intelligence, Olympiad.

Заманауи инновациялық технологияларды қолданып, «Қазақстан тарихы» пәнінің мазмұнын оқушыға меңгертудің тиімді тәсілдері, дарынды оқушыны олимпиадаға дайындаудың цифрландырылған жүйелі базасы таныстырылады. Ақпараттық-технологиялардың білім беру платформаларының, сервистерінің, жасанды интеллектінің көмегімен оқушыны олимпиадаға дайындаудың үздік нәтижелері баяндалады.Тарих пәнінен қажетті оқу құралдары, білім беру құралдары жинақталып, кейс түрінде ұсынылады.

Қазіргі жаһандану дәуірінде ақпараттар ағынының тоқтаусыз тасқыны, мәдениеттердің алмасуы, сандық технологияның заманауи мүмкіндіктері адам санасына, ұлт болмысына, мемлекет дамуына өз ықпалын тигізіп жатқаны баршамызға белгілі. Осы тұрғыда Қазақстанның тәуелсіздігін тұғырлы, азаматын саналы ететін басты құндылық – тамыры тереңде жатқан төл тарихымыз.

Жалпы білім беретін мектепте «Қазақстан тарихы» пәнін оқытудың **мақсаты** – білім алушылардың бойында тарихи сана, қазақстандық патриотизм, өз елінің тарихы мен мәдениетіне құрмет, өз ата-бабаларының жетістіктеріне деген мақтаныш сезімін қалыптастыру, ұлттық және жалпыадамзаттық құндылықтарды дарыту, зерттеушілік, ойлау, коммуникативті дағдыларды дамыту [1].

Ал сол қоғамды өркениет көшіне жеткізетін әр азаматтың жаһандық сын тегеуріндерге төтеп беруі үшін XXI ғасыр адамына қажетті білімі мен құндылықтарын қалыптастыруда жаңартылған мазмұндағы тарих пәнін мақсатқа сай оқытудың орны ерекше. Әлемдік білім кеңістігіне енген қазақстандық білім жүйесінің мазмұнының жаңаруы пәнді оқытуда инновациялық **ізденістерге** жол ашты.

Қазақстан тарихын жүйелі меңгерту, алған білімін өмірлік жағдайларда қолдану мақсатында **педагогикалық инновациялық технологияларды сабақта қолдану идеясы** осындай қажеттіліктен туындады. Нәтижесінде оқушылардың тарихи тынымы тереңдеп, пәнге бейімі бар, тарихшы болуды мақсат еткен **дарынды оқушыларды пәндік олимпиадаларға дайындауға** оң ықпал етті. Бұл жерде жас тарихшы деп отырғанымыз – тарих пәніне бейімі бар, зерделі, білімді, дарынды шәкірт. Дарынды оқушымен жұмыс – мұғалім жұмысындағы басты міндеттердің бірі. Сабақта белсенділігімен, тарихи санасының тереңдігімен ерекшеленген оқушыны пәндік олимпиадаларға дайындауда цифрлық технологиялар тиімділігімен ерекшеленеді. Мемлекет басшысы Қ.Тоқаев: «Жасанды интеллектінің пайдасын Қазақстанның әрбір тұрғыны білуі керек. Оның не үшін қажет екенін, қалай дұрыс қолданылатынын ыждаһаттылықпен түсіндірген жөн»,- деген болатын [2]. Тәжірибеме осы ұстанымды енгізіп ұстанып, тарих сабағында тақырыпты оңтайлы түсіндіріп, оқушыларды оқу мақсатына жеткізу үшін жасанды интеллект, түрлі заманауи платформаларды қолдана бастадым. Оқушылардың талабын ұштап, тарих пәнінен пәндік олимпиадаға қатыстырып, білім деңгейін көтеру үшін оқулықпен шектелмей, инновациялық технологияны да еркін пайдаланудың тиімділігі де айқындала бастады. Пәндік білім мазмұнын, қажетті ақпараттарды бір жерге жинақтап, оны **«Жас тарихшының кейсі»** деп атадым.

Жас тарихшыны кейс әдісі арқылы оқыту қызық та күрделі процесс болғандықтан, педагогикалық идеядан мынадай **нәтижелер күтіледі:**

- оқушы Қазақстан тарихының аса маңызды кезеңдерін, ғылыми мәселелерін атай алады;

- негізгі тарихи кезеңдердің хронологиялық шегін біледі;

- Қазақстан тарихының негізгі ғылыми мәселелерінің зерттелу жайы, ондағы түрлі көзқарастар туралы түсінігі болады;

- тарихи оқиғаларды салыстыра алады, ұқсастықтары мен айырмашылықтарын табады;

- олардың себептерін анықтайды, ұқсас оқиғалар мен фактілердің хронологиялық, синхрондық кестелерін жасай алады;

- тарихи картадан түрлі тарихи кезеңдердегі Қазақстан территориясында болған өзгерістерді, онымен шектесетін мемлекеттер шекараларын, тарихи-географиялық орындарды көрсетіп береді;

- өзіне берілген тапсырма бойынша архив орындарында тарихи құжаттармен, кітапханалардағы каталог-карточкалармен, мұражайлардағы мұрағаттармен өздігінше жұмыс істеп, оның нәтижесін керекті жағдайларда пайдалана алады;

- тарихи оқиғалар туралы түрлі көзқарастарға өз пікірін білдіреді, оны дәлелдейді, әр түрлі пікірталастарға қатысады;

- қазіргі қоғамдағы саяси, әлеуметтік-экономикалық, экологиялық, т.б. проблемаларды талдауға тарихи білімдерін еркін қолдана алады;

- Қазақстан тарихы пәнінен олимпиадаларға қатысып, берілген тапсырмаларды дұрыс орындайды, алған білімдерін тек мектеп қабырғасында емес болашақ өмірлерінде де қолданады.

Жас тарихшының кейсі мынадай бөліктерден тұрады:

1. **«р Cloud» бағдарламасы –** оқулықтардың, энциклопедиялардың, тақырыптық мәтіндердің жинақталған бағдарламасы.
2. Қазақстан тарихын бейнелейтін **тарихи фильмдер** топтамасы.
3. **Тақырыптық карталар** – тарихи оқиғалар визуализациялау арқылы есте сақтауға таптырмас құралдар.
4. **Quizizz тест** – «Қазақстан тарихы» пәнінен игерген білімді бекіту сервисі.
5. **Жасанды интеллектінің көмегімен сұхбат**.

Кейс мазмұны «Қазақстан тарихы» пәнінен цифрлық технология, жасанды интеллектінің көмегімен оқу бағдарламасын, тақырып бойынша қосымша деректерді жүйелілікпен жинақтап ұсынуды құрайды. Әлемдік білім кеңістігіне енген қазақстандық білім беру жүйесінің инновациялық ізденістерді тәжірибеге енгізуінің бір дәлелі – жасанды интеллектіні оқыту үдерісінде тиімді қолдану.

Енді оқушыны «Қазақстан тарихы» пәнінен олимпиадаға дайындауда оң нәтижесін берген кейс бөліктерінің әрқайсысына тоқталайық.

Бірінші бөлік – оқулықтар кейсі. Ең алдымен оқушыны барлық сыныптың «Қазақстан тарихы» пәні оқулықтарының қолжетімді болуы үшін электронды нұсқаларының барлығын жүктеп, арнайы бір папкаға жинақтадым. Бұның өзі – кейс. Себебі оқушының басты құралы – оқулық. Осы оқулықтарды олимпиадаға дайындық барысында қолдану қолжетімді болу үшін 5-11-сыныптың «Қазақстан тарихы» оқулықтарын **«р Cloud» бағдарламасына** жүктедім. **«р Cloud» бағдарламасы – қажетті ақпараттарды сақтайтын бұлттық бағдарлама.** Жас тарихшыны олимпиадаға жан-жақты дайындауда **«р Cloud» бағдарламасын қолдануым – педагогикалық идеямның ең сәтті тұсы** болды. Туған елінің тарихына терең үңілген дарынды оқушының әмбебап білім кейсі **«р Cloud» бағдарламасы** арқылы жасалды, бұл – оқушының жан-жақты потенциалын көрсетуге үлкен мүмкіндік береді.

«р Cloud» бағдарламасымен жұмыс жасау төмендегідей қадамдардан тұрады:

1) Google-ге «р Cloud» сөзін деп теру;

2) бірінші шыққан «р Cloud» – ең қауіпсіз бұлттық қойма дегенді басу;

3) Cloud сайтына кіргеннен кейін, бұл сайтқа бұрын тіркелген жағдайда «Войти» түймесін басып, жеке логин, парольді жазып кіру. Болмаса «кіру немесе тегін тіркеліңіз» бөліміне өту. Ол жерде Facebook, Google, Apple сайттарындағы логин, пароль арқылы тіркелуге болады;

4) «Жүктеу» батырмасы арқылы компьтердегі немесе ұялы телефондағы ақпаратты жүктеу. Егер логин, порольдеріңізді ұмытқан жағдайда бұл ақпарат жойылмайды және компьтерде немесе ұялы телефонда орын алмайды.

Екінші бөлік – тарихи фильмдер кейсі. Мұнда қазақ халқының тарихына байланысты түсірілген тарихи фильмдер жинақталды. Мақсатым –оқушыларға тарихи фильмдер арқылы оқу бағдарламасындағы тақырыпты түсінуіне, есте сақтауына жағдай жасау.

Кейстің **үшінші бөлігін тақырыптық карталар** құрайды. Тақырыптық карталар – белгілі бір тақырыпқа тарихи оқиғаға негізделіп құрастырылған тапсырмалар.

Кейстің **төртінші бөлігі** білімді жинақтауға, тексеруге арналған **тестілер** жинағы. Тест тапсырмалары ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың көмегімен «Quizizz test» онлайн білім беру сервисінде олимпиада материалдарының, пәннің оқу бағдарламасының негізінде жасалды.

Кейстің **бесінші бөлігі «Жасанды интеллектінің көмегімен сұхбат»** деп аталады. Әлемдік білім кеңістігіне енген қазақстандық білім беру жүйесінің инновациялық ізденістерді тәжірибеге енгізуінің бір дәлелі – жасанды интеллектіні оқыту үдерісінде тиімді қолдану.

Қорытындылай келе, олимпиада – білім жарыстырудың өзіндік ерекшелік сынағы, оқушылардың сабақтағы және сабақтан тыс уақыттағы жұмыстарының нәтижесі. Егер сабақ – оқу-тәрбие жұмысының негізгі бір формасы болса және оның мазмұны оқу бағдарламасымен анықталса, ал олимпиада – оқушылардың білімін шыңдайтын, ізденіске жетелейтін сайыс.

Жас тарихшының білімін шыңдауға арналған кейс мазмұны «Қазақстан тарихы» пәнінен цифрлық технология, жасанды интеллектінің көмегімен оқу бағдарламасын, тақырып бойынша қосымша деректерді жүйелілікпен жинақтап ұсынуды құрайды. Әрбір оқушының қызығушылығы мен қабілетін ескеру, оқытудың іс-әрекеттілік мәнділігін арттыру, білімнің шығармашылық бағытталуын күшейту, оқу материалдарының мазмұнын оқушының өмір тәжірибесіне жақындату, оның өз бетінше оқу және ізденушілік қызметін кеңейтетін жағдайлар туғызу білім сапасын арттырудың пәрменді тәсілдері болып саналады [7].

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1.Бастауыш, негізгі орта және жалпы орта білім деңгейлерінің жалпы білім беретін пәндері мен таңдау курстары бойынша үлгілік оқу бағдарламаларын бекіту туралы Қазақстан Республикасы Оқу-ағарту министрінің 2022 жылғы 16 қыркүйектегі №399 бұйрығы //https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V2200029767#z207

2.Президентке жасанды интеллект саласындағы отандық өнімдер таныстырылды // https://www.akorda.kz/kz/prezidentke-zhasandy-intellekt-salasyndagy-otandyk-onimder-tanystyryldy-1111203

3.Жасанды интеллект білім сапасын жақсартады // https://egemen.kz/amp/article/370794-zhasandy-intellekt-bilim-sapasyn-dgaqsartady

4. Лернер И.Я.Развитие мышления учащихся в процессе обучения истории //М.:Просвещение. – 1982.

5. Иванов Г.М.Исторический источник и историческое познание.-Томск: Изд-во ТГУ,1973

6. Шунк Дейл Х. Оқыту теориясы: Білім беру көкжиегі. – Алматы: «Ұлттық аударма бюросы» қоғамдық қоры, 2019 жыл. – 608 бет.

7.Шегенова З., Жанисов А. Развитие навыков исторического мышления на основе исторических концептов. Методическое пособие: - Астана, 2015.

PSYCHOLOGICAL ASPECTS OF LEADERSHIP AMONG PSYCHOLOGY STUDENTS

Komiljon MUROTMUSAEV

Oriental University of the Republic of Uzbekistan, Department of "Lifelong Education Pedagogy", Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Tashkent, Uzbekistan.
ORCID ID: 0000-0003-3154-4900

Abstract

In the current context of professional training, special attention is paid to the development of leadership qualities as one of the key components of successful professional activity. For students majoring in Psychology, the formation of leadership skills is of particular importance, as their future profession requires a high level of social responsibility, the ability to manage interpersonal relationships, regulate emotional states, and interact effectively with both groups and individuals. The psychological aspects of leadership among psychology students are manifested in the specifics of their motivational orientation, level of emotional intelligence, communicative competence, and capacity for empathy. These characteristics distinguish their leadership style from more authoritarian or pragmatic models, often found among students of other disciplines. Psychology students tend to exhibit facilitative and democratic leadership styles, emphasizing flexibility, cooperation, support, and a focus on the personal growth of both the leader and their environment. The development of leadership qualities among psychology students is also closely tied to the stages of their professional identity formation. During their studies, they acquire not only theoretical knowledge but also practical skills aimed at self-awareness, reflection, and the development of self-regulation abilities. These processes directly contribute to the establishment of a leadership position grounded in mindfulness, ethical principles, and humanistic values. Another factor determining the specific nature of leadership among future psychologists is their active involvement in both academic and extracurricular activities: participation in training programs, volunteer projects, research work, psychological clubs, and conferences. These forms of engagement foster the development of social intelligence, self-confidence, decision-making abilities, and the capacity to organize group work. The study of the psychological aspects of leadership among psychology students not only deepens the understanding of the mechanisms underlying the formation of effective specialists but also encourages the revision of the content and formats of professional training. This, in turn, opens up possibilities for the implementation of targeted programs for the development of leadership competencies tailored to the specific features of psychological education. Thus, the leadership of psychology students represents a complex psycho-pedagogical phenomenon, based on personal, cognitive, and socio-communicative qualities. The development of these characteristics within the framework of higher psychological education should be regarded as one of the priority tasks in preparing competitive and professionally mature specialists.

Anahtar kelimeler: öğrenci, liderlik, lider öğrenciler, psikoloji.

MEASURES FOR IMPROVING PSYCHOLOGICAL SERVICES AT THE UNIVERSITY LEVEL

Barno Rustamova

Senior Lecturer, Department of Lifelong Education Pedagogy,
Oriental University of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan
ORCID: 0009-0007-0323-1890

Abstract

Psychological services are an integral part of the modern education system. They help identify students' intellectual and personal potential, abilities, interests, and aspirations in a timely manner and guide them appropriately in the teaching and educational process. The development of students' cognitive abilities, talent, and learning capacity largely depends on three essential factors: the depth and stability of the knowledge and skills acquired by students (as by the 3rd or 4th year, some negative gaps may accumulate in the learning process); effective organization and supervision of educational and instructional activities; and students' attitudes toward learning, which is closely linked to internal motivation. According to observations by university psychologists, first-year students primarily experience issues with academic adaptation and social adaptation (such as adjusting to life with new roommates in dormitories). Among second- and third-year students, there is often a decline in academic motivation and disappointment with their expectations of university life. It would be appropriate to classify student psychological challenges based on their year of study: **1st-year students:** struggle with adaptation to university life. **2nd and 3rd-year students:** experience regret about their chosen specialization, loss of academic interest, and decreased motivation. In our opinion, psychological support for students can be more effective if the following are implemented: Organizing masterclasses involving students from other universities; Hosting meetings with leading specialists in relevant fields; Developing spiritual and educational activity plans based on student feedback through surveys to enhance motivation; Offering psychological consultations and conducting both individual and group diagnostics. It is crucial to remember that professors and lecturers are the core element of the university environment. Therefore, collaboration between psychologists and academic curators should be structured as follows: Organizing masterclasses for faculty (focused on pedagogical technologies, establishing subject-to-subject relationships with students, applying creative approaches to teaching, etc.); Providing individual consultations to those seeking support and, if necessary, involving them in group activities. To improve psychological services at our university, it is essential to create appropriate conditions for their effective implementation. Based on my personal observations, I can state that students often feel anxious or insecure when approaching educational psychologists with their problems. Therefore, it is recommended that only qualified specialists engaged in practical psychological activities be appointed to university psychologist positions.

Keywords: psychology, psychological service, students, adaptation, psychological consultation.

SPECIFIC FEATURES OF PSYCHOLOGICAL COUNSELING WITH CONTRACTED MILITARY PERSONNEL

Komiljon MUROTMUSAEV[1], Jamhur RAFIEV[2]

[1]Oriental University of the Republic of Uzbekistan, Department of "Lifelong Education Pedagogy", Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Tashkent, Uzbekistan.
ORCID ID: 0000-0003-3154-4900
[2]Master's Student, 1st Year, Department of "Pedagogy of Lifelong Education", Oriental University, Republic of Uzbekistan

Abstract

Contracted military personnel are individuals who voluntarily serve in the army for a specified period under a formal agreement and possess defined rights and responsibilities. Their professional activities consistently involve physical and psychological stress, strict discipline, subordination, and high-pressure situations. Therefore, psychological counseling with contracted service members requires consideration of their personal, social, and professional characteristics. The specific features of psychological counseling in this context are as follows:

1. **Individualized psychological approach** – Counseling must be tailored to each service member's personal needs, life experience, and stress factors accumulated during service;
2. **Creating a trusting environment** – Given the hierarchical nature of the military system, establishing emotional safety and mutual trust between the psychologist and the service member is crucial during the counseling process;
3. **Analyzing professional motivation** – Exploring the reasons for joining the military under contract, future goals, and the individual's attitude toward service can help strengthen professional motivation;
4. **Military stress and adaptation challenges** – Many contracted personnel face adaptation issues related to service conditions, physical load, and family separation, which require special attention during counseling;
5. **Psychocorrectional strategies** – Effective methods include elements of cognitive-behavioral therapy, stress management techniques, relaxation exercises, and goal-setting interventions.

Research and practice show that while contracted military personnel often have a genuine need for psychological support, internal barriers, stigma, and mistrust may prevent them from fully utilizing these services. Thus, confidentiality, a protected psychological environment, and a supportive counseling approach must be prioritized. **In conclusion**, psychological counseling with contracted military personnel should be based on an individualized approach, a trusting atmosphere, analysis of professional motivation, and the application of psychocorrectional methods aimed at stress management. Considering these factors in the counseling process contributes to enhanced psychological resilience and professional effectiveness among military personnel.

Keywords: military personnel, contract, psychological counseling, psychocorrection.

EVALUATION OF QUANTITATIVE CHANGES IN MICROELEMENTS IN THE BLOOD OF PATIENTS WITH CUTANEOUS LEISHMANIASIS

Sh.E. Tolibova[1], X.G. Sattarova[2], N.A. Bakhodirova[3], Q.M. Khalikov[4]

[1]PhD Student, Department of Biochemistry, Samarkand State Medical University, Samarkand, Uzbekistan.
[2]PhD Student, Department of Biochemistry, Samarkand State Medical University, Samarkand, Uzbekistan.
[3]PhD Student, Department of Biochemistry, Samarkand State Medical University, Samarkand, Uzbekistan.
[4]Prof.Dr. Department of Biochemistry, Samarkand State Medical University, Samarkand, Uzbekistan.
ORCID: 0000-0003-1163-7157

Abstract

According to data from the World Health Organization (WHO), approximately 51 million people die annually worldwide [1]. Of these, nearly 17 million are caused by infectious and parasitic diseases. Leishmaniasis is a tropical disease that is endemic in 98 countries across the globe. According to WHO, there are nearly 12 million people worldwide infected with cutaneous leishmaniasis, with around 600,000 new cases reported each year. The study group consisted of 40 patients diagnosed with cutaneous leishmaniasis and a control group of 28 healthy volunteers from the same geographical areas without the disease. In patients with cutaneous leishmaniasis, serum levels of Zn ($P < 0.001$) and Fe ($P < 0.05$) were significantly lower than in the control group. Furthermore, the concentration of Cu in the patients' serum was significantly higher ($P < 0.05$) compared to that of the control group. Microelements play a vital role in the synthesis and structural stability of proteins and nucleic acids. Therefore, an imbalance in their optimal levels can negatively affect biological processes and is associated with various diseases. Although the assessment of microelements has been conducted for years in different conditions, studies specifically in cutaneous leishmaniasis are still limited. The decrease in serum Zn levels can be attributed to multiple factors, primarily the synthesis of metallothionein (MT) in the liver and other tissues. Metallothionein binds approximately 7 grams of Zn per mole and functions to sequester Zn from free circulating pools; this is actively blocked in vivo by IL-1. Our study also observed significantly elevated Cu concentrations in the serum of patients compared to healthy individuals. The increase in Cu is associated with elevated synthesis of ceruloplasmin, a Cu-binding protein (Cillarie et al., 2009; Liew et al., 2010). It was shown that IL-1, but not TNF-alpha, can induce hypercupremia when introduced into the preoptic anterior hypothalamus (Klassing et al., 2007). Additionally, we found that serum iron concentration was significantly lower in patients with cutaneous leishmaniasis compared to the control group. Iron plays a major role in chronic inflammatory diseases (Barollo et al., 2005). **Conclusion:**
Our findings indicate a strong relationship between Zn, Cu, and Fe levels and cutaneous leishmaniasis. We suggest that monitoring serum concentrations of zinc, copper, and iron may be valuable in assessing the prognosis of cutaneous leishmaniasis.

Keywords: skin, cutaneous leishmaniasis, patient, blood, microelements.

PSYCHOLOGICAL FACTORS OF STRESS RESILIENCE IN MILITARY PERSONNEL DURING EXTREME SITUATIONS

Komiljon MUROTMUSAEV[1], Jurabek ADILOV[2]

[1]Oriental University of the Republic of Uzbekistan, Department of "Lifelong Education Pedagogy", Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Tashkent, Uzbekistan.
ORCID ID: 0000-0003-3154-4900
[2]Master's Student, 1st Year, Department of "Pedagogy of Lifelong Education", Oriental University, Republic of Uzbekistan

Abstract

Military service is a complex activity that constantly requires high emotional and physical endurance, exposure to risks, and the ability to make quick decisions. In such conditions, stress resilience among military personnel is not only essential for their personal well-being but also serves as a key factor in ensuring team efficiency and overall safety. Therefore, studying the psychological factors that shape resilience is regarded as a critical issue. Resilience is defined as an individual's ability to maintain emotional stability, recover quickly, and make sound decisions in difficult and dangerous circumstances. This ability is shaped by several personal and social factors, including:

1. **Emotional intelligence** – the capacity to accurately recognize, regulate, and manage one's own emotions as well as those of others plays a crucial role in overcoming stress.
2. **Motivation and inner strength** – a sense of personal responsibility, goal orientation, and loyalty to duty help to develop psychological immunity to stress.
3. **Cognitive strategies** – positive thinking, reappraisal, and an optimistic approach aimed at problem-solving during stress situations.
4. **Social support** – trust, communication culture, and mutual assistance within the team strengthen psychological stability.
5. **Preparedness for difficult situations** – psychological readiness can be enhanced through simulations, training, and stress-related drills.

Research shows that personnel with high stress resilience can manage their behavior even under complex conditions, act rationally, and positively influence others. The level of resilience can be increased through psychological diagnostics, specialized training, and psychocorrection programs. **In conclusion**, emotional intelligence, personal motivation, social support, and cognitive approaches are the main psychological factors contributing to stress resilience in military personnel facing extreme conditions. Strengthening these factors helps enhance both the professional effectiveness and personal stability of military staff.

Keywords: military, military personnel, stress, resilience.

ASKERİ PERSONELLERİN AŞIRI DURUMLARDAKİ STRESİ VE ONUN TEŞHİSİ

Komiljon MUROTMUSAEV[1], Jurabek ADILOV[2]

[1]Özbekistan Cumhuriyeti Oriental Üniversitesi, "Sürekli Eğitim Pedagojisi" Bölümü, Tıp Bilimleri Adayı, Doçent, Taşkent, Özbekistan
ORCID ID: 0000-0003-3154-4900
[2]Yüksek Lisans Öğrencisi, 1. Sınıf, "Sürekli Eğitim Pedagojisi" Bölümü, Oriental Üniversitesi, Özbekistan Cumhuriyeti

Ozet

Askerlik hizmeti, yüksek risk, psikolojik ve fiziksel yüklenmelerle ilişkili bir faaliyet türüdür. Askerlerin görevlerinde karşılaştıkları aşırı durumlar (savaş operasyonları, silahlı çatışmalar, afet görevleri, uzun süreli yoğun tatbikatlar vb.) sırasında yaşadıkları stres halleri, onların psikolojik durumu, görev verimliliği ve sağlıkları üzerinde ciddi etkiler yaratmaktadır. Psikolojide bu tür durumlarda ortaya çıkan strese "aşırı stres" denir ve bu, organizmanın aşırı yüklenmelere karşı verdiği tepkiyi ifade eder. Bu tür stres sadece ruhsal değil, aynı zamanda fizyolojik değişimlere de yol açar: uykusuzluk, korku, kaygı, dikkat dağınıklığı, sinirlilik ve hatta depresif durumlar görülebilir. Aşırı stresin etkili bir şekilde teşhis edilmesi, askeri personelin psikolojik dayanıklılığını sağlama, yeniden eğitme ve psikolojik müdahale çalışmalarını düzenleme açısından büyük önem taşır. Bu amaçla çeşitli psikodiagnostik yöntemler kullanılır:

Lüscher Renk Testi; SCL-90-R Semptom Kontrol Listesi; Connor-Davidson Dayanıklılık Ölçeği (CD-RISC); Spielberger Durumsal ve Sürekli Kaygı Ölçeklerive projektif yöntemler.

Eğitim kurumlarında ve askeri birliklerde düzenli olarak yapılan stres teşhisleri sayesinde askeri personelin bireysel özellikleri, strese karşı tepkileri ve riskli durumlara dayanıklılık düzeyleri belirlenebilir. Bu da onlara uygun hazırlıklar yapma, psikolojik dengeyi geliştirme ve önleyici tedbirler alma imkânı sunar. **Sonuç olarak**, askeri personelin aşırı durumlarda yaşadığı stresi incelemek ve doğru teşhis etmek, günümüzde son derece önemli bir alandır. Bu konudaki araştırmalar ve bilimsel çözümler, askeri eğitim sisteminin geliştirilmesine, kişisel güvenliğin sağlanmasına ve görev verimliliğinin artırılmasına katkı sağlar.

Anahtar kelimeler: askerî, askerî personel, travma sonrası stres, stres, muharebe.

SÖZLEŞMELİ ASKERİ PERSONELDE PSİKOLOJİK DANIŞMANLIK UYGULAMA AŞAMALARI

Komiljon MUROTMUSAEV[1], Jamhur RAFIEV[2]

[1]Özbekistan Cumhuriyeti Oriental Üniversitesi, "Sürekli Eğitim Pedagojisi" Bölümü, Tıp Bilimleri Adayı, Doçent, Taşkent, Özbekistan
ORCID ID: 0000-0003-3154-4900
[2]Yüksek Lisans Öğrencisi, 1. Sınıf, "Sürekli Eğitim Pedagojisi" Bölümü, Oriental Üniversitesi, Özbekistan Cumhuriyeti

Özet

Sözleşmeli olarak görev yapan askerî personelle psikolojik danışmanlık yürütmek, sistematik, planlı ve profesyonel bir yaklaşım gerektiren bir süreçtir. Bu personelin karşılaştığı sorunlar çeşitlidir: göreve uyum sağlama, stres yönetimi, ailevi ayrılıklar, özgüven eksikliği, duygusal yorgunluk ve diğerleri. Bu nedenle danışmanlık süreci doğru ve aşamalı bir şekilde düzenlense, etkinliği daha yüksek olur. Psikolojik danışmanlığın temel aşamaları şunlardır:

1. **Tanılama ve ilk değerlendirme aşaması (diagnostik aşama)**
   Bu aşamada uzman, personelin duygusal, bireysel ve sosyal durumunu değerlendirir. Anketler, görüşmeler ve testler gibi çeşitli psikodiagnostik yöntemler aracılığıyla sorunun niteliği ve düzeyi belirlenir.
2. **Hedef belirleme ve danışmanlık planı oluşturma (planlama aşaması)**
   Danışmanlık hedefleri, personelin ihtiyaçlarına göre şekillendirilir. Hedef; bireyi psikolojik olarak desteklemek, göreve, hayata ve kendi potansiyeline olumlu bir bakış açısı kazandırmaktır.
3. **Etkin müdahale (uygulamalı psikokorrekisyon aşaması)**
   Bu aşamada psikolog, bireysel ya da grup çalışmaları yoluyla çeşitli yöntemlerden yararlanır: bilişsel-davranışçı terapi, stres yönetimi teknikleri, gevşeme egzersizleri ve motivasyon artırıcı yaklaşımlar.
4. **Yansıtma ve değerlendirme (sonuçların analiz aşaması)**
   Danışmanlık sonrası personelde gözlemlenen değişiklikler analiz edilir. Danışanın düşünce ve duyguları dinlenir, gerekirse sürekli destek veya ek danışmanlık önerilir.
5. **Sonlandırma aşaması (nihai sonuç ve öneriler)**
   Danışmanlık süreci tamamlandığında, personele kişisel gelişim, stresten korunma ve psikolojik dengeyi sürdürmeye yönelik bireysel tavsiyeler verilir.

Sonuç olarak, sözleşmeli askerî personelle psikolojik danışmanlık sürecinin doğru şekilde organize edilmesi için her aşamanın — tanılama, planlama, uygulama, analiz ve sonlandırma — sistemli bir şekilde gerçekleştirilmesi gereklidir. Bu süreç, yalnızca personelin duygusal durumunu iyileştirmekle kalmaz, aynı zamanda görev verimliliğini de artırır.

Anahtar kelimeler: sözleşmeli askerî personel, psikolojik danışmanlık, psikokorrekisyon, stres, motivasyon.

EMOTIONAL INTELLIGENCE IN ADOLESCENTS AS AN IMPORTANT PSYCHOLOGICAL FACTOR

Ferangiz KHATAMOVA[1], Komiljon MUROTMUSAEV[2]

[1]Oriental University of the Republic of Uzbekistan, Department of "Lifelong Education Pedagogy", Lecturer, Tashkent, Uzbekistan
ORCID: 0009-0006-0340-4993
[2]Oriental University of the Republic of Uzbekistan, Department of "Lifelong Education Pedagogy", Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Tashkent, Uzbekistan
ORCID ID: 0000-0003-3154-4900

Abstract

Adolescence is a critical stage of personal development, characterized by intensified emotional experiences, the desire for autonomy, restructuring of value systems, and the active formation of social identity. In this context, **emotional intelligence (EI)** functions as a key psychological factor influencing a teenager's successful adaptation in academic, family, and social environments. EI is an integrative personality trait that includes the ability to recognize, understand, express, and regulate one's own emotions, as well as to adequately perceive and empathetically respond to the emotional states of others. The level of EI development in adolescence determines:

The level of self-regulation and stress resilience – adolescents with high EI cope more effectively with frustration, emotional instability, and conflicts;

The quality of interpersonal relationships – developed empathy and communication skills contribute to the formation of stable friendships and family bonds;

Social adaptation and academic motivation – adolescents with a high level of EI demonstrate greater academic engagement, self-confidence, and a positive attitude toward learning;

Prevention of deviant behavior – EI acts as a protective factor, reducing the risks of aggression, social withdrawal, anxiety, and antisocial behavior.

The development of emotional intelligence in adolescence can be achieved through the integration of psychological and pedagogical programs into educational and developmental practices, including emotional literacy training, art therapy, and role-playing techniques aimed at enhancing self-awareness, empathy, and constructive communication skills. Thus, emotional intelligence is not only an important resource for adolescent personality development but also an effective tool for psychological support, ensuring well-being and successful socialization in modern society.

Keywords: school, adolescent, emotional intelligence, self-regulation.

SOCIO-PSYCHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE DEVELOPMENT OF EMOTIONAL INTELLIGENCE IN SCHOOL ADOLESCENTS

Ferangiz KHATAMOVA[1], Komiljon MUROTMUSAEV[2]

[1]Oriental University of the Republic of Uzbekistan, Department of "Lifelong Education Pedagogy", Lecturer, Tashkent, Uzbekistan
ORCID: 0009-0006-0340-4993
[2]Oriental University of the Republic of Uzbekistan, Department of "Lifelong Education Pedagogy", Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Tashkent, Uzbekistan
ORCID ID: 0000-0003-3154-4900

Abstract

Adolescence is a sensitive period in personality formation, marked by an increased need for self-knowledge, social identity, and emotional independence. Against this background, **emotional intelligence (EI)** functions not only as an internal psychological ability, but also as an important socio-psychological characteristic shaped by microsocial conditions, interpersonal interactions, and the school environment. The socio-psychological features of EI development in school adolescents are manifested in the following aspects:

1. **Importance of the social environment** – family, school collectives, and peer groups play a key role in modeling emotional behavior, developing empathy, and building skills for emotional expression.
2. **Influence of communication style and pedagogical approach** – supportive, open, and respectful interactions with teachers promote the development of emotional reflection and self-regulation.
3. **Role of school culture** – a favorable emotional and psychological climate in school enhances feelings of safety and trust, which contributes to the acquisition and expression of emotional competence.
4. **Formation of value orientations** – during the process of socialization, adolescents adopt the norms of emotional response accepted in their community and learn to distinguish between socially approved and unacceptable behavior.

The development of emotional intelligence can be effectively supported through targeted socio-emotional learning programs, psychological training, collaborative creative projects, and involvement in volunteer, research, and team-based activities where emotion and communication come to the forefront. Thus, emotional intelligence in school adolescents is formed in close connection with the social context of their lives, and its development requires a comprehensive approach that combines personal support, pedagogical guidance, and a positive social environment.

Keywords: emotional intelligence, adolescent, school environment, social adaptation, self-regulation, empathy.

VALORIZATION OF FRUIT WASTE FROM COLD STORAGE WITH THE EXTRACTION OF VEGETABLE OIL

Ikram BOUFERA[1], Ourida CHOUITEH [2]

[1] **Department of Agronomic Sciences, University of Natural and Life Sciences, Mascara, Algeria**

[2] **Department of Biology, University of Natural and Life Sciences, Mascara, Algeria**

Abstract

Storage diseases cause significant economic losses in fruit production and are a major cause of the deterioration of the nutritional quality of fruits post-harvest. This study encourages theoptimization of a recycling approach for spoiled fruits. Scientific advances in the valorization ofagro-resources and waste or "co-product" processing technologies make it possible to consider,in the long term, the development of green chemistry products.

In this context, our work focuses on the valorization of waste from apple cold storage in the western Algeria . This raw material will be analyzed for the extraction of vegetable oils from apple seeds using different solvents: chloroform, and ether, in order to determine its secondary metabolites through phytochemical screening and to characterize its physicochemical and biochemical properties.

The vegetable oil from Malus domestica seeds has a very high value due to its richness in fatty acids and its organoleptic quality.

Keywords: Valorization, Vegetable oil, Apple seeds

OCCUPATIONAL RISKS AND COPING STRATEGIES AMONG PHILIPPINE FOOD DELIVERY RIDERS: TRIANGULATED ANALYSIS

Ephemari CLERIGO[1], Jeyllan ESPIRITU[2], Jerecho FERMIN[3], Nino GODOY[4], Bernadette MELGAR[5], Leonardo MOJICO[6], Antonette VILLAMOR[7], Tomas BELANO[8], Arvy OSMA[9]

[1]Mariners Polytechnic Colleges Foundation of Canaman, Customs Administration, 0009-0001-2510-2308

[2]Mariners Polytechnic Colleges Foundation of Canaman, Customs Administration, 0009-0004-5031-163X

[3]Mariners Polytechnic Colleges Foundation of Canaman, Customs Administration, 0009-0007-6250-7623

[4]Mariners Polytechnic Colleges Foundation of Canaman, Customs Administration, 0009-0008-2919-5792

[5]Mariners Polytechnic Colleges Foundation of Canaman, Customs Administration, 0009-0001-5524-0103

[6]Mariners Polytechnic Colleges Foundation of Canaman, Customs Administration, 0009-0005-5283-3359

[7]Mariners Polytechnic Colleges Foundation of Canaman, Customs Administration, 0009-0004-7818-2470

[8]Mariners Polytechnic Colleges Foundation of Canaman, Customs Administration, 0009-0007-0397-0204

[9]Mariners Polytechnic Colleges Foundation of Canaman, Customs Administration, 0000-0002-2771-0163

Abstract

This study critically examines the occupational hazards and coping strategies of FoodPanda riders in Naga City, Philippines, using a mixed-methods sequential explanatory design integrating advanced policy analysis and document triangulation. Quantitative survey data from 30 riders were systematically integrated with qualitative document analysis and policy review, guided by a conceptual framework that combines the Order and Delivery Model, Algorithmic Management Theory, and the Job Demands-Resources (JD-R) Model. Results reveal that shifting schedules, remittance issues, lack of incentives, and insufficient safety and insurance provisions are the most significant challenges, with coping mechanisms such as schedule adjustments, extended work hours, navigation app reliance, and peer support proving adaptive but ultimately constrained by systemic gaps in platform governance and regulatory enforcement. Advanced statistical analysis, including correlation analysis, demonstrates how

demographic factors intersect with challenge severity, while joint display integration highlights discrepancies between platform policies and rider experiences. Policy impact assessment, using a structured evaluation matrix, underscores the limited reach of current reforms and the urgent need for transparent scheduling, algorithmic accountability, and robust labor protections. The study culminates in two visual models: a conceptual framework linking macro- and micro-level theories, and a mixed-methods process model illustrating data integration and triangulation. These findings provide actionable recommendations for platforms, policymakers, and riders, and offer a replicable framework for occupational health research in the gig economy across Southeast Asia.

Keywords: Algorithmic management, Coping strategies, Gig economy, Mixed-methods, Occupational health, Platform policy, Rider welfare

ADOPTION IMPACT ON SUPPLY CHAIN: TRACKING AND MONITORING SYSTEMS

Catherine MANCE[1], Gerlie ATIENZA[2], Hazel Anne CUADRANTE[3], Diana Rose MARJOLINO[4], Lucenio Jr. PAGAL[5], Mike Joshua YANZON[6], Danellie LLAMAS[7], Arvy OSMA[8]

[1]Mariners Polytechnic Colleges Foundation of Canaman, Customs Administration, 0009-0009-9558-7759

[2]Mariners Polytechnic Colleges Foundation of Canaman, Customs Administration, 0009-003-8115-8247

[3]Mariners Polytechnic Colleges Foundation of Canaman, Customs Administration, 0009-0006-3194-9237

[4]Mariners Polytechnic Colleges Foundation of Canaman, Customs Administration, 0009-005-6350-8834

[5]Mariners Polytechnic Colleges Foundation of Canaman, Customs Administration, 0009-0001-0173-2516

[6]Mariners Polytechnic Colleges Foundation of Canaman, Customs Administration, 0009-0000-6840-5723

[7]Mariners Polytechnic Colleges Foundation of Canaman, Customs Administration, 0009-0003-1055-9692

[8]Mariners Polytechnic Colleges Foundation of Canaman, Customs Administration, 0000-0002-2771-0163

Abstract

This study investigates the adoption and operational impact of tracking and monitoring technologies at the LBC Delivery Hub in Naga City, contextualized within ASEAN's ongoing digital transformation. Utilizing a mixed-methods approach, quantitative surveys and qualitative interviews with 16 key personnel revealed comprehensive use of foundational technologies—such as GPS, barcode scanners, biometrics, and CCTV—which significantly enhance responsiveness, efficiency, and customer satisfaction. However, notable gaps persist in the adoption of advanced solutions like RFID, IoT sensors, blockchain, and robotic process automation, limiting inventory accuracy, automation, and data integration compared to regional peers. Comparative benchmarking highlights LBC's lag in automation and interoperability, exacerbated by legacy systems and regulatory constraints. Cost-benefit analysis indicates that investment in RFID and IoT could yield rapid returns and substantial operational improvements. The study recommends targeted integration of advanced technologies, workforce upskilling, robust cybersecurity measures, and scalable strategies for SMEs, while advocating for longitudinal research to track technology adoption trajectories and impacts. These findings offer actionable insights for logistics practitioners, policymakers, and academics

aiming to advance supply chain resilience and competitiveness in the Philippines and the broader ASEAN region.

Keywords: Automation, Digital Transformation, IoT, Logistics, RFID, Supply Chain Management, Tracking Technologies

CORROSIVE BACTERIA ATTACHED TO CARBON STEEL USED IN OIL AND GAS COMPANY

PETROL VE GAZ ŞİRKETLERİNDE KULLANILAN KARBON ÇELİĞİNE TUTUNAN KOROZİF BAKTERİLER

Hadjer DIDOUH[1], Mohammed HADJ MELLIANI[2]

[1]Cezayir Şelef Üniversitesi, Proses Mühendisliği Bölümü, 0000-0001-8387-0869

[2]Cezayir Şelef Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 0000-0003-1375-762X

Özet

Mikrobiyal Etkili Korozyon (MIC), petrol ve gaz endüstrisinde varlık bütünlüğü, operasyonel güvenlik ve çevresel sürdürülebilirlik açısından ciddi ve çok boyutlu bir tehdit oluşturmaktadır. MIC'ye en duyarlı malzemeler arasında yer alan karbon çeliği—özellikle API 5L X52 kalite sınıfı—ekonomik olması ve mekanik performansının uygunluğu nedeniyle boru hatlarında yaygın olarak tercih edilmektedir. Ancak, mikrobiyal kolonizasyona karşı olan hassasiyeti, özellikle saha koşullarını temsil eden ortamlarda MIC mekanizmalarının daha derinlemesine anlaşılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu çalışma, sülfat indirgen bakteriler (SRB) ve diğer korozyona neden olan mikrobiyal konsorsiyumların etkisiyle API 5L X52 karbon çeliği yüzeylerinde gelişen MIC'nin başlangıç evrelerini kapsamlı bir şekilde incelemektedir. Deneysel yaklaşım; yüzey analizleri, elektrokimyasal teknikler ve mikrobiyolojik karakterizasyonu birleştirerek biyofilm oluşumu ve bu oluşumun korozyon davranışı üzerindeki etkisini bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirmeyi amaçlamıştır. 72 saatlik maruziyet süresi sonunda, yoğun biyofilm oluşumu tespit edilmiş ve bu durum belirgin bir korozyon artışı ile ilişkilendirilmiştir. Gravimetrik ölçümler, yıllık 0,39 mm düzeyinde bir korozyon oranı ortaya koyarken, yüzeyde lokal çukurlaşma (pitting) korozyonunun meydana geldiği ve çukur derinliklerinin 120 µm'ye kadar ulaştığı gözlemlenmiştir. Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS), SRB biyofilmleri varlığında yük transfer direncinin 1200 Ω·cm²'den 240 Ω·cm²'ye ciddi şekilde düştüğünü göstermiştir. Bu durum, metal-biyofilm ara yüzeyinde elektrokimyasal tepkime hızının arttığını ortaya koymaktadır. Ayrıca, Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ve Enerji Dağılımlı X-ışını Spektroskopisi (EDS) analizleri, SRB metabolizmasına özgü yoğun ve düzensiz şekilde dağılmış demir sülfür birikimlerini doğrulamış, bu da çelik yüzeyinde aktif mikrobiyal kolonizasyonun varlığını ve biyofilmin lokal korozyon süreçlerini başlatma ve hızlandırmadaki rolünü pekiştirmiştir. Bu çalışma, MIC'nin saha koşullarını yansıtan ortamlardaki saldırgan doğasını gözler önüne sermekle kalmayıp, aynı zamanda etkili mikrobiyal izleme ve kontrol stratejilerine olan acil ihtiyacı da vurgulamaktadır. Elde edilen bulgular, yeni nesil antimikrobiyal kaplamalar ve çevre dostu biyositler dâhil olmak üzere daha etkili yüzey koruma teknolojilerinin geliştirilmesi için gerekli bilimsel temeli sunmaktadır. Bulgular, özellikle yüksek tuzluluk, sıcaklık ve mikrobiyal yükün MIC'ye elverişli ortam oluşturduğu Cezayir ve benzeri coğrafi bölgelerdeki petrol sahası operasyonları açısından büyük önem taşımaktadır. Malzeme bilimi, mikrobiyoloji ve korozyon mühendisliğini bir araya getiren bu çalışma, zorlu hizmet koşullarında boru hattı altyapısının dayanıklılığını ve sürdürülebilirliğini artırmayı amaçlayan hem akademik araştırmalar hem de endüstriyel uygulamalar için değerli bir rehber sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Korozyon, SRB, Karbon çeliği

Abstract

Microbiologically Influenced Corrosion (MIC) represents a critical and complex challenge in the oil and gas industry, with significant implications for asset integrity, operational safety, and environmental sustainability. Among the materials most susceptible to MIC, carbon steel—particularly API 5L X52 grade—remains a primary choice for pipelines due to its cost-effectiveness and favorable mechanical performance. However, its vulnerability to microbial colonization necessitates a deeper understanding of MIC mechanisms, particularly in environments representative of field conditions. This study presents an in-depth investigation into the initial stages of MIC induced by sulfate-reducing bacteria (SRB), along with other corrosive microbial consortia, on API 5L X52 carbon steel surfaces immersed in both crude oil and injection water environments. The experimental approach combined surface analysis, electrochemical techniques, and microbiological characterization to provide a holistic view of biofilm development and its impact on corrosion behavior. Within 72 hours of exposure, extensive biofilm formation was detected, which corresponded with a significant increase in corrosion activity. Gravimetric measurements revealed a corrosion rate of 0.39 mm/year, and localized pitting corrosion was observed, with pit depths reaching up to 120 µm. Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS) demonstrated a pronounced decrease in charge transfer resistance, from 1200 Ω·cm² in abiotic controls to 240 Ω·cm² in the presence of SRB biofilms, indicating enhanced electrochemical reactivity at the metal-biofilm interface. Further, Scanning Electron Microscopy (SEM) coupled with Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS) revealed the presence of dense, unevenly distributed iron sulfide deposits, a signature of SRB metabolic activity. These findings confirm the active colonization of the steel surface and substantiate the biofilm's role in initiating and accelerating localized corrosion processes.The study highlights not only the aggressive nature of MIC under representative oilfield conditions but also the urgent need for comprehensive microbial monitoring and mitigation strategies. The insights gained here contribute to the foundational understanding required for the development of more effective surface protection technologies, including next-generation antimicrobial coatings and environmentally benign biocides. Furthermore, these findings are of particular relevance to oilfield operations in Algeria and similar geographic regions, where high salinity, temperature, and microbial load create favorable conditions for MIC. By bridging material science, microbiology, and corrosion engineering, this research provides valuable guidance for both academic research and industrial applications aiming to enhance the durability and sustainability of pipeline infrastructure in harsh service environments.

Keywords: Corrosion, SRB, Carbon steel

PROPOSAL OF NUMERICAL METHODOLOGY FOR TUBULAR ADHESIVE JOINT DESIGN

André C. Santos[1], Raul D.S.G. Campilho[1,2*]

[*1]Department of Mechanical Engineering, ISEP – School of Engineering, Polytechnic Institute of Porto, R. Dr. António Bernardino de Almeida, 431, 4200-072 Porto, Portugal.

[2]Institute of Science and Innovation in Mechanical and Industrial Engineering (branch Faculty of Engineering of University of Porto), Rua Dr. Roberto Frias, 400, 4200-465 Porto, Portugal.

ABSTRACT

Adhesive bonding is increasingly being used in the design of mechanical structures. Tubular adhesive joints (TAJ) have been increasingly used in the industry, but they still lack optimization and scientific studies to substantiate their use. Structural adhesives used today range from strong and brittle to less strong and ductile. Adhesives such as polyurethanes enable combining strength and ductility. This work aims to perform a numerical parametric study of TAJ between aluminium alloy adherends (AW6082-T651), comparing the tensile performance of three adhesives (the epoxy Araldite® AV138, the epoxy Araldite® 2015, and the polyurethane SikaForce® 7752). The geometry variation and respective most relevant geometric parameters were considered. The overlap length (L_O), adherend thickness (t_{SI}) and outer patch element thickness (t_{SE}) were studied. The geometric change consisted in the application of another patch element in the inner part of the TAJ with the same t_{SE} value as the outer element, working as a reinforcement. Initially, validation of the cohesive zone model (CZM) was performed. The numerical study started by analysing the distribution of peel stresses (σ_y) and shear stresses (τ_{xy}) in the adhesive layer, followed by the prediction of strength or maximum load ($P_{máx}$) and energy dissipated at failure ($E_{máx}$) by CZM. After the successful validation of the CZM technique with experimental results for an identical geometry, the numerical study in TAJ showed that there is a considerable increase in $P_{máx}$ in TAJ in which an interior reinforcement (patch) was applied. Generally, the highest $P_{máx}$ values take place in TAJ with the Araldite® AV138. It was observed that, with increasing L_O and t_{SI}, $P_{máx}$ values tend to increase as well. However, it was observed that, with increasing t_{SE}, the $P_{máx}$ values tend to slightly decrease for the Araldite® AV138 and Araldite® 2015 adhesives. An identical trend to $P_{máx}$ was observed for the $E_{máx}$ values. It was also possible to define the optimal geometry and adhesives for the joint configuration under study, which can now be applied in the design of structures with tubular adhesive bonds.

Keywords: Tubular adhesive joints, Cohesive zone models, Finite element method, Numerical modelling, Strength prediction.

EXTENDED FINITE ELEMENT ANALYSIS OF ADVANCED ADHESIVE JOINTS FOR THE AERONAUTICAL INDUSTRY

Inês R.S. Araújo[1], Raul D.S.G. Campilho[1,2*]

[*1]Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Instituto Politécnico do Porto, R. Dr. António Bernardino de Almeida, 431, 4200-072 Porto, Portugal.

[2]INEGI – Pólo FEUP, Rua Dr. Roberto Frias, 400, 4200-465 Porto, Portugal.

ABSTRACT

Adhesive joints are increasingly used in various industrial sectors and, depending on the application, different types of configurations can be considered. The most common and academically studied joint configuration is the single-lap joint. However, there are other configurations such as the scarf joint which, although it has some complexity in the manufacturing process, obtains a better stress distribution when compared to single and double-lap joints. Although scarf joints have already been studied in the literature, the number of studies that analyse different geometries and adhesives is still scarce, as is the validation of robust and reliable numerical techniques for the design of structures with this type of joints, which enable its application in structural projects.

The objective of this work is the parametric numerical study of scarf adhesive joints in tension with different adhesives (Araldite® AV138, Araldite® 2015 and Sikaforce® 7752) and different scarf angles or *a* (3.43°, 10 °, 15°, 20°, 30° and 45°) by the eXtended Finite Element Method (XFEM). Initially, the experimental results obtained in a previous work are described, for the purpose of validating the obtained numerical results. The developed numerical work includes the analysis of failure modes, peel, and shear stress distributions in the adhesive in the elastic regime, distribution of the damage variable, joint strength and energy dissipated at failure. A comparison is also made of the results by Cohesive Zone Models (CZM) obtained in a previous work. With the work carried out, the coherence of the numerical results with the experimental ones was observed, with emphasis on the joint strength as a function of the scarf angle. It was found that joints with a=3.43° present the best results in terms of tensile strength of the joints. On the other hand, joints with a=45° are those with the lowest strength. When comparing the three adhesives studied, the adhesive Araldite® AV138 presents the best tensile behaviour, regardless of the *a* value. Due to its low strength, the adhesive Sikaforce® 7752 is the one that, under different geometric conditions, has the lowest tensile strength. Comparison with the CZM values showed similar results. Based on the results obtained, it was considered that the XFEM is a tool that can be accurately used to design scarf adhesive joints.

Keywords: Adhesive joints, Structural adhesive, Scarf joints, Numerical modelling, Strength prediction, Extended Finite Element Method.

IMPROVING COMPRESSED EARTH BRICKS: MECHANICAL STRENGTH AND THERMAL EFFICIENCY

Fatima-ezzahrae Bammou[1], Essaleh Mohamed[1], Rachid Bouferra[1], Lahcen Essaleh[2], Younes Bahammou[3]

[1]Georessources, Geoenvironment and Genie Civil Laboratory, FSTM, Cadi Ayyad University, Marrakesh, Morocco

[2]Innovative Materials, Energy, and Sustainable Development Laboratory, FSTM, Cadi Ayyad University, Marrakesh, Morocco

[3]Fluid Mechanics and Energetics Laboratory, FSSM, Cadi Ayyad University, Marrakesh, Morocco

Abstract

The advancement of earth-based construction materials plays a crucial role in fostering sustainable and eco-friendly building practices. This study examines the mechanical and thermal properties of compressed earth bricks (CEBs) using an innovative approach based on the void index. Through optimized mix design and compaction techniques, significant improvements were observed in compressive strength and thermal conductivity. The optimal formulation achieved a compressive strength of 6.23 MPa and a thermal conductivity of 1.088 W/m·K, demonstrating its viability as an alternative to conventional masonry materials. Microstructural analysis revealed a denser matrix with reduced porosity, leading to improved durability and greater resistance to environmental factors. These enhancements are attributed to optimized compaction and uniform particle distribution, which increase material cohesion and overall performance. Beyond mechanical improvements, the optimized thermal properties enhance energy efficiency in buildings, minimizing heat transfer and improving indoor comfort. The use of locally available soils, without additional stabilizers, reinforces the environmental and economic viability of CEBs as a low-carbon construction material. These findings highlight the potential of optimized CEBs as a sustainable, durable, and cost-effective alternative to traditional construction materials. Future research will focus on long-term durability, water resistance, and life-cycle assessment to ensure their suitability for widespread adoption in eco-friendly construction projects.

Keywords: Compressed earth bricks (CEB), thermal conductivity, mechanical strength

MICROSTRIP ANTENNA GAIN ENHANCEMENT USING NEAR ZERO REFRACTIVE INDEX METAMATERIALS

P C Praveen Kumar[1], K. Varshini [2], K. Akshaya [3]

ECE Department G.Pulla Reddy Engineering College (Autonomous),Kurnool, Andhra Pradesh, India

Abstract:

Microstrip patch antennas are widely used due to their low profile, lightweight, and ease of fabrication. However, they suffer from low gain caused by surface wave propagation and inherent radiation limitations. This paper presents a novel approach to enhance the gain of a Rectangular Microstrip Patch Antenna (RMPA) using a near-zero refractive index metamaterial (MTM) superstrate. A 4×4 MTM array is designed, fabricated, and optimized using HFSS to achieve maximum gain while minimizing return loss. The MTM superstrate, placed at an optimized distance of 1.8mm from the patch, significantly improves the antenna's performance. The fabricated prototype operates at 10.3GHz with two resonance frequencies at 10.1GHz and 11.68GHz, achieving gain enhancements of 2.4dB and 2.62dB, respectively. Additionally, the feed position is optimized to ensure impedance matching and reduce return loss. Simulation and measurement results confirm that the MTM superstrate improves radiation efficiency, directivity, and overall antenna performance, making it a promising solution for high-frequency and high-gain wireless communication applications.

KEYWORDS:

Microstrip Patch Antenna, Metamaterials (MTM), Near-Zero Refractive Index, Gain Enhancement, Superstrate, HFSS Simulation, Radiation Efficiency, Directivity, Impedance Matching, Wireless Communication.

QSAR APPROACHES FOR THE DESIGN OF NOVEL ANTICANCER AGENTS: FOCUS ON ALKYLATING AGENTS

Sofiane alirachedi[(1)], chouafa mohamed[(1)], bedouh yazid[(1)], fatma zohra mellouk[(1)], linda saili[(1)], ouahab rahim[(1)], arif salah[(1)]

Environmental Research Center Annaba, Algeria

This seminar explores the application of Quantitative Structure-Activity Relationship (QSAR) methodologies in the design and optimization of novel anticancer agents, with a particular emphasis on alkylating agents. Alkylating agents, a cornerstone of cancer chemotherapy, exert their therapeutic effects by forming covalent bonds with DNA, leading to cell cycle arrest and apoptosis. However, their clinical use is often limited by toxicity and resistance mechanisms. QSAR models, combining computational chemistry and statistical analysis, provide a powerful tool to understand the relationship between molecular structure and biological activity, enabling the rational design of more effective and selective anticancer drugs.

Using QSAR, we analyze key molecular descriptors—such as electronic properties, steric parameters, and lipophilicity—that influence the reactivity and specificity of alkylating agents. These models help predict the binding affinity, cytotoxicity, and pharmacokinetic properties of new compounds, guiding the synthesis of derivatives with improved therapeutic profiles. Recent advances in machine learning and molecular docking further enhance the predictive accuracy of QSAR, allowing for the identification of novel scaffolds and optimization of lead compounds.

This work highlights the potential of QSAR-driven approaches to overcome challenges associated with alkylating agents, such as off-target effects and drug resistance. By integrating structural insights and computational predictions, we aim to develop next-generation alkylating agents with enhanced efficacy and reduced toxicity, paving the way for more personalized and targeted cancer therapies.

Keywords: QSAR, anticancer agents, alkylating agents, molecular descriptors, drug design.

APPLICATION OF PHYSICS LABORATORIES IN THE ELECTRONIC LEARNING ENVIRONMENT

ELEKTRON TƏHSIL MÜHİTİNDƏ FİZİKA LABORATORİYALARININ TƏTBİQİ

Qardaşbəyova Nailə Adəm

Naxçıvan Dövlət Universiteti

Orchid ID 0000-0002-0191-9428

Abstract

Electronic learning technologies have begun to play an important role in the education system in modern times. This article extensively analyzes the essence, forms of application, advantages and problems of electronic learning. Also, the application and development prospects of electronic education in Azerbaijan are assessed. As a result of the study, it was found that electronic learning systems, in addition to creating flexibility, accessibility and personalized learning opportunities in education, need continuous improvement from a technical and methodological point of view. Digital transformation in the modern education system is developing rapidly, and this process also affects online models of physics laboratories. In traditional physics laboratories, students work with real devices, but this method is both financially expensive and, in some cases, inaccessible to all students due to limited physical resources. Electronic learning and online laboratories have emerged as an effective alternative to solve this problem.

Keywords: Electronic learning:, online education, digital education, synchronous and asynchronous models, Azerbaijani education

Xülasə

Elektron öyrənmə texnologiyaları müasir dövrdə təhsil sistemində mühüm rol oynamağa başlamışdır. Bu məqalədə Elektron öyrənmənin mahiyyəti, tətbiq formaları, üstünlükləri və qarşıya çıxan problemlər geniş şəkildə təhlil edilir. Həmçinin, Azərbaycanda elektron təhsilin tətbiqi və inkişaf perspektivləri qiymətləndirilir. Tədqiqat nəticəsində məlum olmuşdur ki, elektron öyrənmə sistemləri təhsildə çeviklik, əlçatanlıq və fərdiləşdirilmiş öyrənmə imkanları yaratmaqla yanaşı, texniki və metodoloji baxımdan davamlı təkmilləşməyə ehtiyac duyur. Müasir təhsil sistemində rəqəmsal transformasiya sürətlə inkişaf edir və bu proses fizika laboratoriyalarının onlayn modellərinə də təsir göstərir. Ənənəvi fizika laboratoriyalarında tələbələr real cihazlarla işləyir, lakin bu metod həm maliyyə baxımından bahalıdır, həm də bəzi hallarda fiziki resursların məhdudluğu səbəbindən bütün tələbələr üçün əlçatan olmur.Elektron öyrənmə və onlayn laboratoriyalar bu problemi həll etmək üçün effektiv bir alternativ kimi meydana çıxmışdır.

Açar sözlər: Elektron öyrənmə:, onlayn təhsil, rəqəmsal təhsil, sinxron və asinxron modellər, Azərbaycan təhsili

TEMPERATURE DEPENDENCE OF THE THRESHOLD CURRENT OF GaAs LASERS

GaAs LAZERLƏRİNİN HÜDUD CƏRƏYANININ TEMPERATUR ASILILIĞI

Qardaşbəyova Nailə Adəm, QuliyevaAdilə, S.Həsənova-Abdullayeva

Naxçıvan Dövlət Universiteti

Orchid ID 0000-0002-0191-9428

Summary

At small values of the direct current, spontaneous emission is observed in p-n junctions in all directions. The intensity of light and the width of the spectral curve of the emission depend on the value of the current. As the current increases, the amplification factor of the emission increases. When the current increases to a certain value, the laser effect occurs, that is, the emission becomes coherent. This minimum value of the current corresponding to the onset of coherent generation at the junction is called the threshold current. The article shows that the threshold current density in alloy-doped lasers is approximately three times smaller than the threshold current density of lasers obtained by diffusion at room temperature.

Keywords: electron, spontaneous emission, generation, laser, injection, semiconductor, thermodynamics, recombination

Xülasə

Düzünə cərəyanın kiçik qiymətlərində bütün istiqamətlərdə p-n keçidlərdə spontan şüalanma müşahidə edilir. İşığın intensivliyi və şüalanmanın spektral əyrisinin eni cərəyanın qiymətindən asılıdır. Cərəyan artdıqca şüalanmanın güclənmə əmsalı böyüyür. Cərəyan müəyyən qiymətə qədər artdıqda lazer effekti baş verir,yəni şüalanma koherent olur. Keçiddə koherent generasiyanın başlanmasına uyğun gələn cərəyanın bu minimal qiyməti hüdud cərəyanı adlanır.Məqalədə ərintidən gözərtilmiş lazerlərdə hüdud cərəyanınım sıxlığı otaq temperaturunda diffuziya yolu ilə alınmış lazerlərin hüdud cərəyanının sıxlığından təxminən üç dəfə kiçik olduğu göstərilmişdir.

Açar sözlər: elektron, spontan şüalanma,generasiya,lazer,injeksiya, yarımkeçirici, termodinamik, rekombinasiya

AN HERBICIDE (SEKATOR)-INDUCED CHANGES IN LIVER BIOCHEMICAL MARKERS

Debabsa rafıka[1]*, Grara nedjoud[2]

Khaldı fadıla[1]

[1]Laboratory of Sciences and Technology of Water and Environment, Department of Biology, Mohamed Cherif Messadia University, Souk-Ahras, 41000, Algeria.

[2]Department of Biology, University 8 May 1945 Guelma, Guelma 24000, Algeria.

Abstact

Pesticides are natural or synthetic plant protection products, including insecticides, fungicides, herbicides, rodenticides, molluscicides, etc. Their main role is to control pest populations, and also to increase crop yields by combating plant diseases and other microbes that disrupt plant growth and productivity. Most of the pesticides used worldwide are chemicals that are effective against pests. Unfortunately, these chemicals are highly toxic and non-biodegradable in the environment, and their first presence in the food chain (via food, water or soil) causes the death of both target and non-target organisms.

Herein, we assessed the toxic effect of an herbicide named Sekator on the hepatic functional biochemical markers in male rabbits. Twenty-four male rabbits were divided of six animals into control received tap drinking water and standard food, and three treated groups received orally Sekator at three different doses. Sekator treatments caused a marked increase in the enzymatic activity of transaminases (AST, ALT) and in the serum concentration of total bilirubin compared to the control group. In conclusion, the Sekator administered orally at the selected doses proved to be potentially hepatotoxic chemical in rabbits. at increasing concentrations in male rabbits.

Key words: Male rabbits, Sekator, herbicide, Toxicity.

IMPROVING THE QUALITY OF RAW MATERIALS FROM NORTHEASTERN ALGERIA AND THEIR APPLICATION IN GLASSMAKING

CHOUAFA Mohamed., ALIRACHDI Sofiane., TRIRAT Tabet.

Research Center for Environment – Annaba

Abstract

In order to improve the quality of raw materials from Northeastern Algeria and their application in the glass industry, samples of sandstone from El-Aouana (Jijel) were subjected to physicochemical characterization. For this purpose, analytical techniques such as X-ray diffraction, atomic absorption spectrophotometry, and granulometric-chemical analysis by sieving were used. According to these analyses, it appears that the raw sandstone material primarily contains quartz (SiO2), with significant iron-bearing inclusions, which are considered impurities during glass production.

The objective of this study was to explore high-intensity magnetic separation to obtain high-purity silica while reducing iron oxide to acceptable levels for glass manufacturing. The results from this method were promising, with a silica content of 99.02% SiO2 and 0.1% Fe2O3. Furthermore, a leaching process using hydrochloric acid was conducted under various experimental conditions; the leaching parameters studied included hydrochloric acid concentration, temperature, and contact time. The results from acid leaching were very significant, as they showed a better elimination of iron oxide after 150 minutes of treatment at 90°C with a 3 mol/l concentration of hydrochloric acid. The final concentrate obtained reached 99.16% SiO2 with an iron oxide content of 0.01% Fe_2O_3.

Keywords: Jijel, Sandstone, Characterization, Magnetic Separation, Leaching, Glass.

PATHWAYS TO PROFESSIONALIZATION: AN EXPLANATORY MIXED-METHODS STUDY OF BARRIERS TO PROFESSIONAL LICENSURE AMONG CUSTOMS ADMINISTRATION GRADUATES

Jezrille VALENZUELA [1], Maria Francia ALMAZAR[2], Charie CAUDILLA[3], Rochelle GAUPO[4], Roy LAPIGUERA[5], Kris MORICO[6], Christian Dave SAGUID[7], Cristy DACARA[8], Arvy OSMA[9]

[1]Mariners Polytechnic Colleges Foundation of Canaman, Customs Administration, 0009-0004-4112-2538

[2]Mariners Polytechnic Colleges Foundation of Canaman, Customs Administration, 0009-0009-9643-6952

[3]Mariners Polytechnic Colleges Foundation of Canaman, Customs Administration, 0009-0006-8322-6938

[4]Mariners Polytechnic Colleges Foundation of Canaman, Customs Administration, 0009-0002-2439-7535

[5]Mariners Polytechnic Colleges Foundation of Canaman, Customs Administration, 0009-0004-4481-1785

[6]Mariners Polytechnic Colleges Foundation of Canaman, Customs Administration, 0009-0001-1428-8602

[7]Mariners Polytechnic Colleges Foundation of Canaman, Customs Administration, 0009-0000-3455-013X

[8]Mariners Polytechnic Colleges Foundation of Canaman, Customs Administration, 0009-0009-3505-028X

[9]Mariners Polytechnic Colleges Foundation of Canaman, Customs Administration, 0000-0002-2771-0163

Abstract This explanatory mixed-methods study investigates the personal, financial, and social barriers that influence the decision of customs administration graduates at Mariners' Polytechnic Colleges Foundation of Canaman to forgo professional licensure examinations. Using purposive sampling, the research engaged 33 graduates from academic years 2019–2022 who did not pursue licensure. Quantitative findings reveal that financial constraints (68%), personal factors such as health conditions and career misalignment (58%), and social pressures including fear of failure and insufficient support networks (45%) are the most significant deterrents. Logistic regression identified financial constraints (OR = 2.1, $p < .01$) and family obligations (OR = 1.8, $p < .05$) as strong predictors of licensure delay. Qualitative analysis further highlights the intersectionality of these barriers, with 74% of graduates experiencing two or more overlapping challenges. By integrating Bandura's self-efficacy theory and Becker's human capital theory, the study situates licensure barriers within global education equity debates, echoing UNESCO and World Bank reports on systemic disparities in access to professional credentials. The findings underscore the need for targeted interventions, including subsidized review programs, integrated career counseling, and robust mentorship networks.

Policy recommendations call for ASEAN-wide licensure assistance grants, employer partnerships, and curriculum reforms aligned with labor market needs. Future research should employ longitudinal and cross-national designs to further inform equitable professionalization pathways in customs administration.

Keywords: customs administration, professional licensure, mixed-methods, education equity, self-efficacy, human capital, ASEAN, career counseling

DIELECTRIC PROPERTIES AND THEIR IMPACT ON THE KINETICS OF REDOX REACTIONS INVOLVING IONIC SPECIES IN MIXED SOLVENT SYSTEMS

Associate Professor Dr. Rozina Khattak

Department of Chemistry, Shaheed Benazir Bhutto Women University,

Peshawar 25000, Pakistan

ABSTRACT

The kinetics of electron transfer is significantly influenced by the solvent, particularly when involving ionic species. The dielectric constant of the solvent, along with other factors such as the composition of solvent mixtures, ratio of solvents, surface tension, viscosity, and hydrogen bonding, significantly impact the reaction kinetics. The kinetics can be governed by activation-controlled or diffusion-controlled mechanisms depending on the solvent medium used. This study investigates the redox reaction between dicyanobis(bpy)iron(III) and iodide in an aqueous environment. The reaction was conducted using a 20% mixture of 2-methylpropan-2-ol in water, with 80% being water. The order of the reaction was assessed under a constant ionic strength at room temperature. The oxidized coordination compound, dicyanobis(bpy)iron(III), produced a dark-colored reduced dicyanobis(bpy)iron(II), which helps monitor the reaction pathway through changes in absorbance over time. The kinetics was complex and exhibited a solvent-dependent mechanism. Changes in experimental parameters, such as protons (HNO_3), ionic strength (KNO_3), iodine, and temperature, helped identify the reactive species leading the rate-determining step of the reaction.

ENHANCING THE STABILITY AND EFFICIENCY OF DYE-SENSITIZED SOLAR CELLS: A STUDY ON TERNARY SOLVENT SYSTEMS WITH DICYANOBIS(BIPYRIDYL)IRON(III)

Associate Professor Dr. Rozina Khattak

Department of Chemistry, Shaheed Benazir Bhutto Women University,

Peshawar 25000, Pakistan

ABSTRACT

This study investigates the electron transfer mechanism between iodide and dicyanobis(bipyridyl)iron(III) in a dye-sensitized solar cell (DSSC) using a ternary solvent system. The DSSC is designed to enhance its stability and performance by reducing the use of flammable organic solvents. The study aims to improve the strength, efficiency, and overall design of the DSSC by examining the influence of various factors on the reaction rate. Variations in reactant concentrations, acidity, ionic strength, and temperature are considered to affect the electron transfer rate. The mechanistic pathway of the electron transfer reaction between iodide and dicyanobis(bipyridyl)iron(III) in the ternary solvent system is also elucidated.

DESIGN AND SYNTHESIS OF VARIOUS METAL COMPLEXES DERIVED FROM FURAN AND 1,10-PHENANTHROLINE MIXED LIGANDS

Dr. Ayesha Malik[1], Isma Rafiq[2], Muahmmad Aown Hashmi[3]

[1]Government College University Faisalabad, Pakistan
[2]Government College University Faisalabad, Pakistan
[3]Governement College University Faisalabad, Pakistan

ABSTRACT

Furan-based heterocyclic compounds have attracted considerable interest in coordination chemistry due to their versatile binding properties and structural flexibility. In this research, novel metal complexes using a mixed-ligand approach will be synthesized, where furan-based hydrazone will serve as the primary ligand and 1,10-phenanthroline as the co-ligand. The synthesis will begin with the preparation of the furan-based hydrazones that will be obtained by reaction between aromatic aldehydes and hydrazide. After synthesizing the Schiff base, metal complexation in the presence of 1,10-phenanthroline will be synthesized. The synthesized scaffolds will be characterized by an array of spectroscopical techniques.

EXTRACTION, ISOLATION AND *IN VITRO* ANTIOXIDANT ACTIVITY OF *HALOGETON SATIVUS* CRUDE EXTRACTS

Abdelbasset TAMERSIT[1]*, Soumia MOUFFOUK[1], Chaima MOUFFOUK[1,2], Hamada HABA[1]

[1] ***Laboratory of Chemistry and Environmental Chemistry (LCCE), Department of Chemistry, Faculty of Matter Sciences, Batna-1 University, 05000 Batna, Algeria.***

[2] ***Department of Pharmacy, Faculty of Medicine, University of Batna 2 Mustapha Benboulaid, 05000 Batna, Algeria.***

Abstract

The genus *Halogeton* belongs to the family Chenopodiaceae which comprises about 120 species. Plants of this genus have interesting biological and pharmacological effects including antibacterial, antifungal, antiviral and antioxidant activities. *Halogeton sativus* is, highly-branched halophytic small shrub, distributed in saline lake shores and soils. In Algeria, *H. sativus* is distributed in the pre-Saharan regions: Beni-ounif, Biskra, Laghouat and Msila. Since the pharmacological activity of medicinal plants can be predicted by the identification of their phytochemicals and with the aim to discover new bioactive secondary metabolites; The present research involves the qualitative phytochemical screening, extraction, isolation and the evaluation of the antioxidant potential of different plant extracts obtained from the species *Halogeton sativus* using various *in vitro* tests including ferric reducing power and DPPH assay. The results of the phytochemical analysis revealed the presence of various classes of bioactive compounds known for their pharmacological properties such as flavonoids, terpenoids, saponins, quinones and coumarins. The use of various chromatographic techniques allowed to the isolation of two metabolites including β-sitosterol and Daucosterol. Additionally, the butanoic extract of *H. sativus* exhibited a strong DPPH scavenging effect (IC_{50}= 15,45± 0,16 µg/ml) and an interesting ferric reducing ability ($A_{0,5}$ = 127,38 ± 0,94 µg/ml) due to its richness in different classes of secondary metabolites especially phenolic compounds, which could constitute a natural source of antioxidants used for food and medicine applications.

Keywords: *Halogeton sativus*, Extraction, Antioxidant activity.

SYNTHESIS AND STRUCTURAL ANALYSIS OF InAs-CrAs EUTECTIC COMPOSITES

M.V KAZIMOV, G. B IBRAGIMOV

Institute of Physics of Azerbaijan National Academy of Sciences

AZ 1143, Baku, H.Javid ave., 131

ABSTRACT

By using the vertical Bridgman–Stockbarger method, InAs-CrAs systems are created. CrAs metallic inclusions are evenly distributed throughout the InAs matrix, according to XRD examination and microstructural characterization of InAs-CrAs composites.

Keywords: XRD, SEM and EDX analysis, eutectic alloy.

With their steady composition and characteristics, diluted magnetic semiconductor materials based on A3B5 compounds and 3d-metals eutectic composites show promise as materials for spintronic devices. The anisotropy in kinetic coefficients based on the direction of metal needles is one of the primary characteristics of eutectic composites made from InAs, InSb, GaSe, and 3-transition elements. [1–2]. Because metal needles are arranged parallel to the direction of crystallization, these composites, which combine metallic and semiconductor characteristics, behave as nonhomogeneous semiconductors. The 3d-transition metal composites are regarded as diluted magnetic semiconductors. Since chromium arsenide CrAs was synthesized in search of superconductivity on the edge of the antiferromagnetic regime, the recent discovery of superconductivity in this material has garnered a lot of attention [3].

Since chromium arsenide CrAs was produced in search of superconductivity on the edge of the antiferromagnetic order through the application of external pressure, the recent discovery of superconductivity in this material has garnered a lot of attention [3]. The findings of these investigations indicate that the CrAs junction has an antiferromagnetic connection between the ferromagnetic components oriented perpendicular to the crystallization axis. Thus, it is of great interest to examine the InAs-CrAs systems [4–8]. The synthesis and structural analysis of InAs-CrAs complexes are the focus of this paper.

CYTOTOXICITY OF *HALOGETON SATIVUS* AND MOLECULAR DOCKING ANALYSIS OF BIOACTIVE CONSTITUENTS AGAINST CASPASE-3 ENZYME

Abdelbasset TAMERSIT[1]*, Soumia MOUFFOUK[1], Chaima MOUFFOUK[1,2], Hamada HABA[1]

[1] ***Laboratory of Chemistry and Environmental Chemistry (LCCE), Department of Chemistry, Faculty of Matter Sciences, Batna-1 University, 05000 Batna, Algeria.***

[2] ***Department of Pharmacy, Faculty of Medicine, University of Batna 2 Mustapha Benboulaid, 05000 Batna, Algeria.***

Abstract

Halogeton Sativus is a small highly-branched halophytic shrub, distributed in saline lake shores and meadows with saline soils. In Algeria, it's distributed in pre-Saharan regions namely Beni-ounif, Biskra, Laghouat and Msila. Plants of this genus have been reported to exhibit diverse therapeutic potential including antibacterial, anti-inflammatory and cytotoxic activities. Herein, two known secondary metabolites namely β-sitosterol and Daucosterol were isolated from the species *H. Sativus* and evaluated for their inhibitory effects on the induction of apoptotic signaling in human cells through molecular docking against human caspase-3 receptor. The theoretical prediction from the molecular docking study showed that our compounds were successfully docked into the active site of caspase-3 enzyme, the binding free energies from the major docked poses were found to be comparable with the reference molecule. In addition, *in vitro* cytotoxic activity of petroleum ether extract was also performed using Brine shrimp lethality bioassay and showed a significant cytotoxic effect with a value of LC_{50} (lethal concentration 50) at 6,82 ± 0,42 µg/ml. These findings suggest that the studied species could be considered as a natural source of cytotoxic metabolites that induce cell death and apoptosis.

Keywords: *Halogeton Sativus*, Cytotoxicity, Cell apoptosis, Molecular docking.

ANTICANCER PHYTOSTEROLS FROM *HALOGETON SATIVUS* AS NATURAL INHIBITORS OF EGF RECEPTOR, AN *IN SILICO* APPROACH

Abdelbasset TAMERSIT[1]*, Soumia MOUFFOUK[1], Chaima MOUFFOUK[1,2], Hamada HABA[1]

[1] Laboratory of Chemistry and Environmental Chemistry (LCCE), Department of Chemistry, Faculty of Matter Sciences, Batna-1 University, 05000 Batna, Algeria.

[2] Department of Pharmacy, Faculty of Medicine, University of Batna 2 Mustapha Benboulaid, 05000 Batna, Algeria.

Abstract:

The genus *Halogeton* belongs to the family Chenopodiaceae which comprises about 120 species. Plants of this genus have interesting biological activities and have been studied for different pharmacological effects including antibacterial, antifungal, antiviral and antioxidant activities. *Halogeton sativus* is a small highly-branched halophytic shrub, distributed in saline lake shores and meadows with saline soils. In Algeria, it's distributed in pre-Saharan regions namely Beni-ounif, Biskra, Laghouat and Msila. Plants of this taxa have been reported to exhibit diverse therapeutic activities including antibacterial, anti-inflammatory and cytotoxic activities. In this work, two steroidal compounds β-sitosterol and Daucosterol were isolated from the species *H. sativus* and studied for their inhibition ability through molecular docking against epidermal growth factor receptor (EGFR) tyrosine kinase domain, to predict the binding mode of these phytosterols in the enzyme's active site. The docking results showed that the tested molecules have strong binding affinities compared to gefitinib used as a reference. Additionally, the hydroxyl groups of Daucosterol form strong hydrogen bond interactions with the polar amino acid Leu792, and the protein-ligand complex was stabilized through non-bonded alkyl interaction. These results support the use of phytosterols in cancer phytotherapy.

Keywords: *Halogeton Sativus*, Phytosterols, Anti-cancer, EGF receptor.

PHYTOCHEMICAL INVESTIGATION AND *IN SILICO* ANTI-INFLAMMATORY ACTIVITY OF THE SPECIES *HALOGETON SATIVUS*

Abdelbasset TAMERSIT[1]*, Soumia MOUFFOUK[1], Chaima MOUFFOUK[1,2], Hamada HABA[1]

[1] ***Laboratory of Chemistry and Environmental Chemistry (LCCE), Department of Chemistry, Faculty of Matter Sciences, Batna-1 University, 05000 Batna, Algeria.***

[2] ***Department of Pharmacy, Faculty of Medicine, University of Batna 2 Mustapha Benboulaid, 05000 Batna, Algeria.***

Abstract

Inflammation is a biological immune response characterized by an excessive release of proinflammatory mediators leading to tissue damage and various inflammatory diseases (rheumatoid arthritis and inflammatory bowel disease, … etc). Indeed, drugs designed and developed to treat inflammation can target and inhibit the activity of several inflammatory proteins (C-reactive protein, haptoglobin, etc.), enzymes (COX-2, LOX, PDE4, etc.) or regulate many inflammatory pathways (NF-kB, JAK-STAT, and MAPK). Recently, natural compounds, notably terpenoids, have garnered substantial interest as potential anti-inflammatory agents due to their ability to target these proteins. For this, the present study investigates the isolation of two terpenoids namely β-sitosterol and Daucosterol from the species *Halogeton Sativus* and the assessment of their molecular docking study to examine their binding affinity against p38α MAP Kinase enzyme, which plays a key role in inflammation and is considered the most clinically relevant target for treating inflammation. Since it is present in all cell types and plays a central role in regulating the production of pro-inflammatory cytokines. According to the docking results, Daucosterol displayed the highest docking score of -6.66 kcal/mol which is very close to Adezmapimod (-6.8 kcal/mol) used as a reference, also it showed strong hydrogen bonds with the active amino acids Arg67, Glu71, Arg173, and Phe169. On the other hand, Adezmapimod makes a vital hydrogen bonding with Met109, which provides a potent inhibitory activity. Furthermore, it could be concluded that Daucosterol could constitute a possible anti-inflammatory drug. However, more detailed *in vitro* and *in vivo* studies are recommended to confirm its anti-inflammatory effect and exploit the promising biomolecule's biomedical applications.

Keywords: *Halogeton Sativus*, Daucosterol, MAP Kinase, Anti-inflammatory, Docking.

SYNTHESIS, CHARACTERIZATION AND BIOLOGICAL EVALUATION OF SUBSTITUTED TRIAZOLES

UMMY RUBAB

Abstract

The triazole structure is a crucial and widely endorsed heterocycle, frequently pioneer in numerous natural compounds and therapeutic agents. The extensive and powerful effects of triazoles and their derivatives have positioned them as eloquent pharmacological frameworks. The primary heterocyclic rings found in different medicinal compounds are 1,2,4-triazoles. In this study, we developed a series of efficaciously substituted triazoles commencing from modified anilines and alkynes, highlighting the importance of structural alterations to ameliorate biological effectiveness such as 2-(1-(3-bromophenyl)-1H-1,2,3-triazole-4-yl)propan-2-ol,2-(1-(3-chloro-4-fluorophenyl)-1H-1,2,3-triazole-4-yl)propan-2-ol and 2-(1-(4-fluorophenyl)-1H-1,2,3-triazole-4-yl)propan-2-ol triazoles. Characterization through NMR spectroscopy verified their molecular architecture, highlighting the effectiveness of spectroscopic methods in elucidate these biologically active compounds. The triazole nucleus is a core structural component in a wide range of drug categories, including antimicrobial, anti-inflammatory, antiviral, antihypertensive, antimalarial, antianxiety, antidepressant, antioxidant, antitubercular, anti-Parkinson's, antidiabetic, antiobesity, and immunomodulatory agents.

A COMPACT LOW-PROFILE ANTENNA FOR MILLIMETER-WAVE 5G MOBILE PHONES

P C PRAVEEN KUMAR[1], M NAGALALITHA[2], R MAMATHA[3], B VEDHA[4]

[1,2,3] ECE Department G.Pulla Reddy Engineering College (Autonomous),Kurnool, Andhra Pradesh, India [1]RF & Microwave Communications, ORCID number: 0000-0003-2508-7571 [2,3]Antennas,

Abstract:-

This paper presents a very low profile and simple antenna design for dual beam and dual band operation to be employed in future 5G mobile phones operating in the millimeter-wave bands of 40.5–44.31 and 65.83–71.22 GHz. The two distinct resonances at 42 and 68 GHz are achieved using a meta-material-based structure consisting of a closed-ring resonator (CRR) and a split-ring resonator (SRR) by co-centrically combining two planar hexagonal rings; i.e., an inner split-ring resonator (SRR) and an outer closed-ring resonator (CRR). The antenna has a high gain of 4.5 dB. The antenna also exhibits a dual-beam radiation pattern in one of its planes. The overall antenna size is 6X8mm^2 and is manufactured using a low-cost PCB fabrication process. The antenna's dual-beam operation, broadband characteristics, high gain, and low profile makes it a potential candidate for future millimeter-wave mobile phones, especially in applications where space diversity is required.

Keywords: 5G; millimeter-wave; dual-band; 42/68 GHz; future mobiles; dual-beam; metamaterial

ON DESIGN OF A TRIPLE ELLIPTICAL SUPER WIDEBAND ANTENNA FOR 5G APPLICATIONS

P C Praveen Kumar[1], M Madhu[2], K. Rajesh[3], K. Vamsi Krishna[4], B. Dinesh Reddy[5]

[1] ECE Department G.Pulla Reddy Engineering College (Autonomous),Kurnool, Andhra Pradesh, India

[2,3,4,5]RF & Microwave Communications, ORCID number: 0000-0003-2508-7571

[2,3]Antennas

Abstract:-

A novel compact triple elliptical monopole antenna has been designed, analyzed and fabricated for super wideband applications. To enhance the impedance bandwidth, the author proposed a monopole antenna with a triple elliptical patch excited by a 50 triangular tapered microstrip feedline. Further improvement is achieved by optimally modifying the Defected Ground Structure (DGS) of the antenna. The proposed patch structure is mounted on a Roger's RT-Duroid 5880 substrate (_*r*= 2.2, tan _ D 0:0009) and has compact physical dimensions of 27 mm _ 29.5 mm. The fabricated antenna covers the frequency band from 1.91 GHz to 43.5 GHz for S11 _ 10 dB with a fractional bandwidth of > 183:17% and has a ratio bandwidth of 22.77:1. This extended bandwidth coverage permits the antenna to operate for wide range of application including 5G and Internet of Things (IoT). The proposed antenna has a very high Bandwidth Dimension Ratio (BDR) of 5761.87 which makes it the best candidate for super wide band antenna. Far _eld measurements disclose an omni directional radiation pattern across the frequency of operation. Further, the far field Radar Cross Section (RCS) is analyzed through simulation and it is to be noted that relatively low values are obtained through out the frequency of operation. In addition, the compactness of the proposed antenna is theoretically varied with the aid of fundamental dimension limit theorem.

Keywords 5G mobile communication, bandwidth dimension ratio (BDR), fundamental dimension limit theorem, Internet of Things (IoT), monopole superwideband antenna, tapered feed.

A MICRO-SIZED RHOMBUS-SHAPED THZ ANTENNA FOR HIGH-SPEED SHORT-RANGE WIRELESS COMMUNICATION APPLICATIONS

P C PRAVEEN KUMAR[1], U SriLakshmi[2], G V Priyanka [3]

[1,2,3] ECE Department G.Pulla Reddy Engineering College (Autonomous),Kurnool, Andhra Pradesh, India

[1]RF & Microwave Communications, ORCID number: 0000-0003-2508-7571

[2,3]Antennas

Abstract:-

In this paper, a compact micro-sized rhombus-shaped wideband THz antenna is proposed. The radiating patch has beenmodified by incorporating a rhombus-shaped gold metal-based element within the inscribed square-shaped slot on thesurface of the patch. The proposed monopole antenna is designed on a 45-μm-thick polyimide substrate material having adielectric constant of 4.3. The suggested compact antenna (300 × 300 μm2) offers high radiation efficiency and wide impedance bandwidth. The designed wideband antenna shows 46.41% impedance bandwidth ranging from 0.445 to 0.714 THz.The simulation results in terms of reflection coefficient, voltage standing wave ratio, gain, directivity, radiation efficiency,radiation pattern, and surface current distribution are analyzed. The designed antenna offers − 10 dB impedance bandwidth of 269 GHz (0.445–0.714 THz), the peak radiation efficiency of 97.3%, peak gain of 5.7 dB, maximum directivity of 6 dB,and good impedance matching characteristics offering minimal VSWR of 1.1 and S11parameter of − 26.4 dB within the operating band. The suggested THz antenna would be an exemplary choice for future high-speed short-range indoor wireless communication, video rate imaging system, sensing, homeland defense system, biomedical imaging, security scanning, detection of explosive, and material characterization in the THz regime.

Keywords: Gold, Microstrip patch antenna,Slot, THz antenna, THz applications, Wideband

DESIGN OF 5G MIMO ANTENNA WITH METAMATERIAL

P C PRAVEEN KUMAR1, G. THULAJA SHIVAANI2, UDUDALA SRUTHI3

1,2,3 ECE Department G.Pulla Reddy Engineering College (Autonomous),Kurnool, Andhra Pradesh, India

1RF & Microwave Communications, ORCID number: 0000-0003-2508-7571

2,3Antennas

Abstract:-

This project investigates the performance characteristics of Single Antenna and Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) Antenna systems, incorporating Split Ring Resonator (SRR) technology for enhanced efficiency. The study focuses on key parameters such as S-parameters (S11, S21, S12, S22), Voltage Standing Wave Ratio (VSWR), directivity, gain, radiation efficiency, and system efficiency across multiple frequency bands, including 26 GHz, 28 GHz, 35 GHz, 38 GHz, and 39 GHz. Performance metrics indicate that MIMO antennas with SRR exhibit improved radiation efficiency and system efficiency compared to conventional single antennas. These findings highlight the potential applications of such antenna configurations in next-generation wireless communication systems, particularly in 5G and millimeter-wave technologies.

Keywords : 5G MIMO antenna, Substrate (Rogers RT5880), 28 GHz and 38 GHz frequency bands.

MACHINE LEARNING-BASED TECHNIQUE FOR GAIN PREDICTION OF MM-WAVE MINIATURIZED 5G MIMO SLOTTED ANTENNA ARRAY WITH HIGH ISOLATION CHARACTERISTICS

P C Praveen Kumar[1], D Thanuja[2], K. Pallavi[3]

[1] ECE Department G.Pulla Reddy Engineering College (Autonomous),Kurnool, Andhra Pradesh, India

[2,3]RF & Microwave Communications, ORCID number: 0000-0003-2508-7571

[2,3]Antennas

Abstract:-

This study presents the design and analysis of a compact 28 GHz MIMO antenna for 5G wireless networks, incorporating simulations, measurements, and machine learning (ML) techniques to optimize its performance. With dimensions of 3.19 $\lambda_0 \times 3.19 \lambda_0$, the antenna offers a bandwidth of 5.1 GHz, a peak gain of 9.43 dBi, high isolation of 31.37 dB, and an efficiency of 99.6%. Simulations conducted in CST Studio were validated through prototype measurements, showing strong agreement between the measured and simulated results. To further validate the design, an equivalent RLC circuit model was developed and analyzed using ADS, with the reflection coefficient results closely matching those from CST. Additionally, supervised ML techniques were employed to predict the antenna's gain, evaluating nine models using metrics such as R-squared, variance score, mean absolute error, and root mean squared error. Among the models, Random Forest Regression achieved the highest accuracy, delivering approximately 99% reliability in gain prediction. This integration of machine learning with antenna design underscores its potential to optimize performance and enhance design efficiency. With its compact size, high isolation, and exceptional efficiency, the proposed antenna is a promising candidate for 28 GHz 5G applications, offering innovative solutions for next-generation wireless communication.

Keywords : 28 GHz, 5G technology, Mm-wave, MIMO antenna, RLC, Machine learning

WEARABLE MICROSTRIP PATCH ANTENNAS WITH DIFFERENT FLEXIBLE SUBSTRATES FOR HEALTH MONITORING SYSTEM

P C PRAVEEN KUMAR[1] , T ChennaKeshava[2], C Manohar Raju[3], *Peddamaram Girish Kumar Reddy*[4]

[1,2,3] ECE Department G.Pulla Reddy Engineering College (Autonomous),Kurnool, Andhra Pradesh, India

[1]RF & Microwave Communications, ORCID number: 0000-0003-2508-7571

[2,3]Antennas

Abstract:-

In the field of health monitoring system, the design of wearable antennas provides global monitoring and communications. To meet the requirements of wearable antennas, properties like flexibility, cost and data transmission rate should be taken care. This paper represents the design and simulation for Ushaped slot rectangular microstrip patch antenna (RMSA) using high frequency structure simulator (HFSS) and analyzed their performance with different flexible substrates. The RMSA is designed using other flexible substrate materials such as Epoxy, Teflon, Polyethylene, polyamide, RT Duroid and PDMS to manage the operation frequency of 2.4–2.6 GHz. The parameters like reflection coefficient, bandwidth, radiation pattern, gain and cost of antenna are analyzed by keeping all substrates of same height. The proposed antenna in which PDMS is used as substrate material, found suitable for health and weight monitoring systems

Keywords Polydimethylsiloxane,RMSA,Flexible substrates,HFSS,Health monitoring system

DESIGN OF COMPACT 28 GHZ ARC-SHAPED ANTENNA

P C PRAVEEN KUMAR[1], REDDYGARI SUSMITHA[2], M.K.PRIYANKA[3]

[1,2,3] ECE Department G.Pulla Reddy Engineering College (Autonomous),Kurnool, Andhra Pradesh, India [1]RF & Microwave Communications, ORCID number: 0000-0003-2508-7571 [2,3]Antennas

Abstract:-

This project focuses on the design and performance evaluation of a single-antenna system operating at a frequency of 36 Hz. Key parameters such as return loss (S11), voltage standing wave ratio (VSWR), peak gain, peak directivity, radiated power, and efficiency metrics have been analysed to assess antenna performance. The results indicate a peak gain of 2.035 dB and a peak directivity of 2.450 dB, with a total system efficiency of 49.3%. The front-to-back ratio of 10.211 suggests directional radiation characteristics. Furthermore, an evolution study on resonant frequency variations with respect to different parameter values (RA and ER) demonstrates optimized performance at specific configurations. These findings contribute to improving antenna efficiency for various wireless communication applications.

Keywords : Arc-shaped design, 28 GHz frequency, Elliptical slot technique, Millimeter-wave

SOME PROPERTIES OF THE JOINT NUMERICAL RANGE OF THE ALUTHGE TRANSFORM

HASSAN ZARIOUH[1], ADIL ZEROUALI AMRI[2]

[1]Department of Mathematics (CRMEFO), and laboratory (L.A.N.O), Faculty of Science, Mohammed I University, Oujda 60000, Morocco.

[2]Directeur du Centre Régional des Métiers de l'Education et de la Formation de l'Oriental (CRMEFO), Oujda 60000, Morocco.

ABSTRACT:

The study of the Aluthge transform $\tilde{T}$ was introduced and studied by Aluthge in his study of p-hyponormal operators in 1990. Several researchers have since studied various properties of the transform for a single operator T. For instance, quite a lot has been researched on the numerical range of $\tilde{T}$ of an operator T. In contrast to this, nothing is known about the joint numerical range of Aluthge transform $\tilde{T}$ of an m−tuple operator T = (T1, ..., Tm). The main reason for this limitation is that the notion of Aluthge transform is still a new area of study. The focus of this paper is on the study of the properties of the joint numerical range of Aluthge transform for an m−tuple operator T = (T1, ..., Tm).

REFERENCES:

1. C. Apostol, C. Foias and D. Voiculescu,*Some results on non-quasitriangular operators*, II Rev. Roum. Math. Pures et Appl.**20** (1975), 159–181.

2. A. Aluthge,*On p-hyponormal operators for 0<p<1*, Integral Equations Operator Theory**13** (1990), 307–315.

IOT-ENABLED INTERACTIVE DESIGN INVESTIGATION IN USER-CENTERED DESIGN INTERFACE

Anwar Ali Sathio*[1,2], Prof. Dr Muhammad Malook Rind[2], Ghulam Ahmed[1]

[1] **Department of CS& IT, Benazir Bhutto Shaheed University, Karachi, Sindh, Pakistan**

[2] **Department of Computer Science, Sindh Madarssatul Islam University, Karachi, Sindh, Pakistan**

Abstract

IoT-enabled systems such as mobile phones, smart homes, medical applications, and many more have played a vital role in the current development to ease usability. The collaboration of IoT-enabled networks with any GUI designs, such as websites and other user-friendly online applications, has increased daily by millions. This study addressed the interactive design usability aspects and discovered the novel attributes of the primary part of the interactive design in the context of IoT-enabled systems. The two critical factors are logical and physical attributes explored, whereas previous studies examined a few attributes to address the usability of user experiences. Therefore, this study suggests novel attributes enable interactive design rules. The recommended attributes can be analysed for IoT-based design. This study focuses on the Interface's usability only so that developers may create more appealing and user-friendly interfaces. The Interface invites new study domains beyond the standard keypad, mouse, and display/monitor, considering motions, gazing, and posture, among several other things.

Keywords: Internet of Things (IoT), Human-Computer Interaction (HCI), Sensors, Inspection Method, User-Centered-Design, Usability Engineering Model.

STROKES IN CHILDREN : CURRENT SITUATION IN THE PEDIATRIC EMERGENCY DEPARTMENT AT THE CANASTEL HOSPITAL

S. BENABDI, M. AMANI, K.DAHO, D. MATMOUR, M. LAREDJ, D. BOUMENDIL.

INTRODUCTION:

Stroke in children, although rare, present significant health problems and can have serious long-term consequences. The incidence of strokes in pediatric populations is estimated at 2.5 cases per 100,000 children per year, with mortality rates as high as 4% [1]. The clinical features of stroke in children differ from those in adults by the absence of severe aphasia, contrasting with the high frequency of motor disability. The causes are different from those in adults. Atheroma does not occur. On the other hand, hemorrhagic causes related to vascular malformations, cerebral infarctions of genetic origin, cardioembolic, thrombophilic, and dissections are common [2].

OBJECTIVES:

1/- Describe our experience with diagnostic and therapeutic management

2/- Estimate the incidence of stroke.

MATERIALS AND METHODS:

Retrospective and prospective study from January 2024 to February 2025, including children up to 16 years admitted in emergency department for stroke.

Inclusion criteria: Age, sex, history, type of stroke, clinical diagnostic criteria (neurological deficit, dysarthria, impaired consciousness), radiological criteria (cerebral CT or MRI)

Exclusion criteria: cerebral hemorrhagic accidents secondary to vitamin K drug

RESULTS:

4 patients including 2 girls and 2 boys, mean age 7.5 years (4-13 years)

Type of stroke: 3 ischemic strokes and one case (1) frontoparietal hematoma due to cerebral venous thrombosis

History: congenital heart disease in 2 patients, celiac disease in 1 patient, and one patient with no history.

Clinical diagnosis: neurological deficit 50%. Headaches and confusion 25%, seizures and motor deficit in 25%

CT scan: confirms the diagnosis

Etiologies: congenital heart disease 50%, Sickle cell disease 25%, etiology undetermined 25%

CONCLUSION:

Stroke is a serious condition in children and adolescents and presents with motor deficits, seizures, and hyperthermia. Cerebral ischemia is the most common form, and the main etiological factors are sickle cell disease and congenital heart disease.

Keywords :

[1] Sielwanowska et al 2022. [2]Accidents vasculaires cérébraux de l’enfant Marie Hervieu 2012.

SCREW-RETAINED VS CEMENT RETAINED CR-CO-CERAMIC IMPLANT-SUPPORTED SINGLE CROWN: A RADIOGRAPHICAL, CLINICAL AND BIOCHEMICAL EVALUATION: A COHORT STUDY

L.Adamo[1], F.Evolo[1], S.Leporale[1], A.Antonelli[1], N.Carrai[1], G.Ferri[1], L.Testarelli[1], M.Galli[1], G. Miccoli[1], R. Palumbo[1], L. Lucente[1], R. Reda[1].

[1]Department of Oral and Maxillo-Facial Sciences, Sapienza University of Rome, Italy. (L.T.).

Background: The analysis that was conducted in this study, comparing two different crown-retention solutions, considered periodontal indices and standardized radiographic measurements and the indices of possible damage which now represent a concrete help in diagnosis and prognosis.

Materials and Methods:
The present study was designed to compare peri-implant soft and hard tissue response after 2 years of functional loading between direct screw-retained posterior single crowns in Cr-Co/Ceramic or cement-retained Cr-Co/Ceramic on titanium abutment. 24 non-smoking partially edentulous patients, requiring implant therapy for a prosthetic rehabilitation, were included in the study. The values of Il-1β, IL-6, IL-8 were evaluated, together with the periodontal indices PI, GI, PD, BOP, REC. The PICF was collected with standardized paper strips. Repeated measure ANOVA was used between groups months at 1, 3, and 12 months.

Results:
During the time of clinical observation, at t0 (1 month), t1 (3 months) and t2 (12 months), both types of crowns performed satisfactorily from a clinical point of view. In light of the results obtained, it is possible to define that screwed Cr-Co/Cer has slightly higher values than the other.

Conclusions:
It is possible to hypothesize, that this difference could lead to a clinically visible difference between these two prosthetic solutions in the longer term. The single screwed crown in Cr-Co shows a different interface with the titanium implant connection compared to the titanium-titanium contact of the connection between the implant and the titanium abutment for the cement-retained prosthetic solution.

Keywords: Cr-Co; Implants; Titanium; Cement-retained; Screw-retained; Ceramic.

PRELIMINARY STUDY ON THE ADAPTABILITY OF A POST-CORE MADE WITH THE SLS METHOD COMPARED TO LOST WAX CASTING

Carrai N., Gherardi G., Maccari E., Ferri G., Morgante A., Auletta A., Testarelli L., Di Nardo D.

Department of Oral and Maxillo Facial Sciences, University of Rome La Sapienza, 00161 Rome, Italy;

Background

This preliminary study evaluates the marginal adaptation and primary stability of custom post-cores manufactured by Selective Laser Sintering (SLS) versus traditional lost-wax casting, also considering the limitations of fiber and cobalt–chromium posts in post-endodontic restorations.

Materials and Methods

More fabrication protocols were compared on a single endodontically treated tooth:

initiallly a post-core made from the scan of the final impression and modeled via exocad

was tested.

Subsequently, 2 pin cores were tested in the same patient: one made using the direct technique with pattern resin and then scanned and one using the lost wax casting technique starting from the same post-core made from pattern resin.

In a different patient, 4 post-core were tested, each resulting from a different technique:

1-Direct post in Pattern Resin, scanned, modeled via exocad and fabricated via SLS

2-Direct post in Pattern Resin, cast using the lost-wax technique

3-Indirect post based on a precision impression and stone model, waxed, scanned, modeled with exocad and fabricated in SLS

4-Indirect post based on a precision impression and stone model, waxed and cast via lost-wax technique

Each post-core was inserted into the post space and assessed for:

- Marginal adaptation so detection of gaps in mesial, distal, buccal and lingual faces

- Primary stability

- Rotational tendency

Evaluations were performed by visual inspection, use of a probe to assess the presence of gaps greater than 50 µm by surface sliding and mobility tests.

Results

The direct SLS-fabricated post exhibited virtually no marginal gaps, excellent primary stability, and zero rotational movement.

Both direct and indirect cast posts showed marginal gaps > 50 µm, detectable micromovements, and required increased cement thickness.

The indirectly scanned post also demonstrated insertion difficulties.

Conclusion

Direct SLS fabrication provides superior marginal adaptation, enhanced primary stability, and greater reproducibility compared to traditional lost-wax casting, representing a promising clinical alternative for custom post-core restorations.

EFFECTIVENESS OF HOME PRENATAL CARE FOR WOMEN WITH HIGH-RISK PREGNANCIES

Amany M .Shebl[1] , Ghada Hamdan Hamed[2]

[1]Professor of Medical surgical nursing faculty of nursing Mansoura University .
[2]Assistant Prof of maternity and neonatal health nursing-faculty of nursing – modern university of technology and information.

Objective—To examine maternal, and infant outcomes and costs through 1 year after delivery using a model of prenatal care for women at high risk of delivering low-birth-weight infants in which half of the prenatal care was provided in women's homes by nurse. Study Design—Randomized clinical trial. Patients and Methods—A sample of 173 women (and 194 infants) with high-risk pregnancies (gestational or pr egestational diabetes mellitus, chronic hypertension, preterm labor, or high risk of preterm labor) were randomly assigned to the intervention group (85 women and 94 infants) or the control group (88 women and 100 infants). Control women received usual prenatal care. Intervention women received half of their prenatal care in their homes, with teaching, counseling, telephone outreach, daily telephone availability, and a postpartum home visit by nurse specialists with physician backup. Results—For the full sample, mean maternal age was 27 years; 36.4% had less than a high school education, and 93.6% had public health insurance, with no differences between groups on these variables. The intervention group had lower fetal/infant mortality vs the control group (2 vs 9), 11 fewer preterm infants, more twin pregnancies carried to term (77.7% vs 33.3%), and a savings of more than 750 total hospital days. Conclusion—This model of care provides a reasoned solution to improving pregnancy and infant outcomes while reducing healthcare costs.

IMPLANT SURVIVAL RATE AND PROSTHETIC COMPLICATIONS OF FULL-ARCH IMPLANT-SUPPORTED FIXED PROSTHESES IN EDENTULOUS UPPER JAW: A COHORT STUDY

N. Prosperi[1], A. Morgante[1], A. Luzi[1], L. Adamo[1], M. Cianfriglia [1], E. Maccari[1], A. Auletta [1], C. Bramucci[1], R. Abbagnale [1], D. Di Nardo [1], L. Testarelli[1], R. Reda[1].

Department of Oral and Maxillo Facial Sciences, University of Rome La Sapienza, 00161 Rome, Italy.

Abstract:

Background: Full-arch implant-supported fixed dental prostheses, which the patient must carefully manage in home oral hygiene procedures, is the fixed alternative to a mucosal/implant -supported prosthesis. Clinically, the execution of this rehabilitation requires six implants for the upper jaw. The aim of the present study is to verify the survival-rate of implants for implant fixed prostheses in the edentulous upper jaw.

Materials and Methods: This retrospective study was carried out on patients who received an upper full arch fixed prostheses on six implants for rehabilitation. A total of 36 patients (232 implants) were included and evaluated from a clinical and radiographical point of view. The follow-up period in which the data were collected on the upper full-arch is between 60 and 84 months.

Results: The total implant survival rate is 93.1%, a value which is like previous studies already published on the topic. Considering the use of temporary cement for the stabilization 3 de-cementations occurred in these 48-72 months of observation. Compared to implant-supported prostheses, the incidence of fracture of veneers or teeth is considerably higher, considering the extent of the forces that are not attenuated by the prosthetic material due to the presence of the metal framework.

Conclusions: Considering the overall results of the study, the loss of implants after loading is in any case lower than the percentage obtained by the same authors using the same implants, but with a removable prosthetic device. Most of these full-arch achieves good clinical results in this study at 84 months.

Keywords: Full-arch; Implant-supported; Fixed dental prostheses; Cement-retained; Cr-Co; Resin; Composite.

CLINICAL AND BIOCHEMICAL EVALUATION OF TWO DIFFERENT TYPES OF IMPLANT SCREW RETAINED SINGLE CROWNS

A. Luzi[1] , A. Auletta[1] , A. Antonelli[1] , F. Evolo[1] , N. Prosperi[1] , G. Gherardi[1] , V. Martini[1] , A. Zanza[1] , S. Leporale[1] , M. Cianfriglia[1] , L. Testarelli[1] , R. Reda[1].

Department of Oral and Maxillofacial Sciences, Sapienza University of Rome, Via Caserta 06, 00161 Rome, Italy;

Abstract:

Background: The gold standard of implant-retained crowns has for many years been the metal-ceramic cement-retained crowns on a screwed-abutments. Today it represents an alternative if the implant positioning does not allow a screw-retained crown. The possibilities currently offered for this kind of rehabilitation in the posterior areas are represented by a chromium-cobalt/ceramic or a titanium/zirconia crown. These two solutions allow different productions workflows and generate different prosthetic interfaces at the implant abutment level. The aim of the study is to verify a significant difference in tissue response can be defined between these two different rehabilitations, 18 months after delivery.

Materials and methods: A total of 20 participants were included in the study, each of whom had at least two implants in the posterior sectors prosthetically treated with one of the two solutions previously illustrated. The values of Il-1β, IL-6, IL-8 were evaluated, together with the periodontal indices placque index (PI), gingival index (GI), probing depth (PD), bleeding on probing (BOP), gingival recession (REC).

Results: During the time of clinical observation, at t0 (1 month from the delivery), t1 (9 months after the delivery) and t2 (18 months after the delivery), both types of crowns performed satisfactorily from a clinical point of view. In light of the results obtained, it is possible to define that there are no statistically significant differences between the two techniques, although Cr-Co/Cer has slightly higher values than the other.

Conclusions: It is possible to hypothesize, and confirm through subsequent or longer-term studies, that this difference could lead to a clinically visible difference between these two prosthetic solutions in the longer term. The single crown in Cr-Co shows a different interface with the titanium implant connection compared to the titanium-titanium contact of the connection between the implant and the Ti-Zir crown. The ceramic that is layered directly on the Cr-Co does not show a connection interface with it, other than the areas hand-finished by the technician, vice versa, the Ti-Zir crown shows an area in which the milled zirconia product is bonded onto the titanium abutment with a resin-based cement.

The causes of this slight difference could be either the better tissue response to titanium and zirconia, or an increased level of inflammation from the Cr-Co/Ti connection.

Keywords: Cr-Co; Implants; Titanium; Resin; Screw-retained; Milling; Zirconia.

EPIDEMIOLOGICAL, CLINICAL AND EVOLUTIONARY PROFILE OF DIABETIC KETOACIDOSIS IN CHILDREN

MERIEM. AMANI[1,2]; SALIHA. BENABDI[1,2]; DALILA. BOUMENDIL[1,2]

[1]:EHS CANASTEL

[2]:University Oran 1,Faculty of medicine.

Introduction

Diabetic ketoacidosis (DKA) is an acute complication of diabetes mellitus, particularly common in children. It is often inaugural. It can be life-threatening if not treated rapidly and appropriately. The aim of this study is to analyze the epidemiological, clinical and evolutionary profile of pediatric DKA in order to optimize its management.

Materials and methods

This is a retrospective ,descriptive and analytical study conducted over a 16-month period from September 2023 to December 2024 in the medical emergency department of the Boukhroufa Abdelkader ,Oran hospital specialized in pediatrics. All children under 16 years of age admitted for DKA were included. Clinical, biological and evolutionary data from children hospitalized for DKA were collected and analyzed using SPSS version 20 software. Study objective: To analyze the epidemiological, clinical and evolutionary profile of diabetic ketoacidosis in children in order to identify risk factors, assess complications and improve management to reduce associated morbidity and mortality.

Results

A total of 25 children were included in this study, admitted for DKA, with a 64% male predominance and a mean age of 104 months. In 48% of cases, DKA revealed inaugural diabetes. The main precipitating factors were ENT infection in 40% of cases, non-adherence to treatment in 20%, urinary tract infection in 16%, gastroenteritis in 4%, and no precipitating factor in 16% of cases. Clinically, the reason for consultation was vomiting in 28% of patients, respiratory distress in 24%, a pseudosurgical abdominal picture in 16%, disturbed consciousness in 16% and polyuro-polydypsic syndrome in 12%. 80% of patients showed signs of dehydration, 64% kusmul dyspnea and 12% comas. Biologically, blood glucose levels above 5 were found in 72% of DKA. Glycosuria on admission was +++ in 48% of cases, and ++++ in 32% of cases. 92% of cases progressed well with treatment, but 16% were admitted to intensive care, with 1 death. The average length of stay was between 3 and 5 days.

Conclusion

DKA remains a major challenge in pediatrics, requiring early and rigorous management. Analysis of the epidemiological, clinical and evolutionary parameters will enable us to identify the main risk factors, assess associated complications and improve strategies for the prevention and management of DKA in children

GENETIC TEST AWARENESS FOR BREAST CANCER AT-RISK WOMEN IN EGYPT

Engy Abdelrahman Khamis

Assistance Professor of Medical Surgical Nursing - Faculty of Nursing – Modern University for Technology and Information (MTI), Egypt.

Abstract:

Breast cancer remains the most common type of female cancer in Egypt with an age-specific incidence of 48.8 and 46,000 incident cases are estimated in 2050. People who inherit a harmful change in one of genes have increased risks of several cancers—most notably breast and ovarian cancer, but also several other types of cancer. More than 60% of women who inherit a harmful change in BRCA1 or BRCA2 will develop breast cancer during their lifetime***. The study aims*** to assess genetic test awareness for at risk woman. ***Research design:*** a descriptive design was conducted. ***Setting***: the study was conducted at the outpatient clinics of Ayady 4040 Association, Alexanderia; Egypt. ***Sampling:*** A purposeful sample consists of 2296 breast cancer at risk women. ***Tools***: Breast Cancer Risk Assessment Tool. ***Results*** of this study indicated that, the mean age of women was 49.5 ±10. BC awareness score level on genetics test (12.5%). ***Conclusion***: There was low awareness level of the at-risk women' on genetic test. ***Recommendation*:** The study suggested Egyptian health program involved population genetic tests.

Keywords: genetic test, Breast cancer, genetic counseling.

THE ROLE OF THE NURSE IN NUTRITIONAL REHABILITATION IN INFLAMMATORY BOWEL DISEASES: LITERATURE REVIEW

İNFLAMATUAR BAĞIRSAK HASATLIKLARINDA BESLENME REHABİLİTASYONUNDA HEMŞİRENİN ROLÜ: LİTERATÜR İNCELEMESİ

Ahmet CEVİZ[1], Gürkan ÖZDEN[2]

[1]RN, Araştırma Görevlisi, İnönü Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi, İç Hastalıkları Hemşireliği ABD, Malatya, Türkiye, 0009-0004-3536-2113.

[2]RN, PhD, Dr. Öğretim Üyesi, İnönü Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi, İç Hastalıkları Hemşireliği ABD, Malatya, Türkiye, 0000-0002-2775-3163.

Özet

İnflamatuar Bağırsak Hastalıkları (İBH), dünya genelinde prevalansı giderek artan ve kronik seyirli doğasıyla bireylerin yaşam kalitesini olumsuz etkileyen ciddi bir halk sağlığı sorunudur. İBH'nin yönetimi yalnızca farmakolojik tedavileri değil, aynı zamanda beslenme, psikososyal destek ve hasta eğitimi gibi çok boyutlu yaklaşımları da gerektirmektedir. Bu bağlamda hemşireler, beslenme rehabilitasyonunun planlanması, uygulanması ve izlenmesi süreçlerinde önemli roller üstlenmekte; hastaların remisyon sürecini desteklemekte ve semptom yönetimine katkı sağlamaktadır. Literatür bulguları, hemşirelerin yürüttüğü eğitim, danışmanlık ve izlem müdahalelerinin tedaviye uyumu artırdığını, yaşam kalitesini iyileştirdiğini ve öz-yönetim becerilerini güçlendirdiğini göstermektedir. Beslenme planlarının bireyselleştirilmesi, enteral ve parenteral beslenme tekniklerinin uygulanması, düşük FODMAP (Fermentable Oligosaccharides, Disaccharides, Monosaccharides and Polyols) veya özel karbonhidrat diyetlerinin takibi gibi teknik beceriler hemşirelerin bilgi düzeyi ve hasta ile kurduğu iletişim kalitesiyle doğrudan ilişkilidir. Özellikle hastaların kültürel, ekonomik ve psikolojik durumlarını dikkate alarak sürdürülebilir beslenme yaklaşımları geliştirilmesi, hemşirenin bütüncül bakım anlayışının bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Ancak hemşirelerin İBH'ye özgü beslenme uygulamalarında karşılaştığı çeşitli zorluklar da söz konusudur. Bu zorluklar arasında eğitim eksiklikleri, standart klinik rehberlerin yetersizliği, hasta uyumundaki değişkenlik ve sağlık sistemine bağlı kaynak sınırlılıkları yer almaktadır. Özellikle eğitimli hemşirelerin sayıca yetersiz oluşu, bireyselleştirilmiş beslenme takibinin sürekliliğini zorlaştırmaktadır. Bu bağlamda hemşirelik eğitiminin güncellenmesi, gelişmiş klinik rehberlerin yaygınlaştırılması ve dijital teknolojilerin entegrasyonu önemli gelişim alanları olarak öne çıkmaktadır. Bu derleme hemşirelerin İBH'de beslenme rehabilitasyonundaki çok boyutlu rollerini ortaya koymakta; klinik uygulamaların geliştirilmesi, disiplinler arası iş birliklerinin artırılması ve hemşirelik araştırmalarının genişletilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Hemşirelerin bu alandaki etkisinin artırılması, yalnızca bireysel hasta bakımını değil, toplum sağlığını da doğrudan etkileyecek niteliktedir.

Anahtar kelimeler: İnflamatuar bağırsak hastalıkları, Beslenme rehabilitasyonu, Hemşirelik uygulamaları, Hasta eğitimi.

Abstract

Inflammatory Bowel Diseases (IBD) is a serious public health problem that negatively affects the quality of life of individuals with its increasing prevalence worldwide and its chronic nature. The management of IBD requires not only pharmacological treatments but also multidimensional approaches such as nutrition, psychosocial support and patient education. In this context, nurses assume important roles in the planning, implementation and monitoring processes of nutritional rehabilitation; support the remission process of patients and contribute to symptom management. Literature findings show that education, counselling and follow-up interventions conducted by nurses increase adherence to treatment, improve quality of life and strengthen self-management skills. Technical skills such as individualisation of nutritional plans, application of enteral and parenteral nutrition techniques, follow-up of low FODMAP (Fermentable Oligosaccharides, Disaccharides, Monosaccharides and Polyols) or special carbohydrate diets are directly related to nurses' level of knowledge and the quality of communication with the patient. Developing sustainable nutritional approaches, especially by taking into account the cultural, economic and psychological status of patients, is considered as an indicator of the nurse's holistic care approach. However, there are also various difficulties that nurses face in IBD-specific nutrition practices. These challenges include lack of training, inadequacy of standard clinical guidelines, variability in patient compliance and resource limitations related to the health system. Especially the insufficient number of trained nurses makes the continuity of individualised nutrition follow-up difficult. In this context, updating nursing education, dissemination of advanced clinical guidelines and integration of digital technologies stand out as important areas of development. This review reveals the multidimensional roles of nurses in nutritional rehabilitation in IBD and emphasises the need to improve clinical practices, increase interdisciplinary cooperation and expand nursing research. Increasing the impact of nurses in this field will directly affect not only individual patient care but also public health

Keywords: Inflammatory bowel diseases, Nutrition rehabilitation, Nursing practices, Patient education.

1. GİRİŞ

İnflamatuar Bağırsak Hastalıkları (İBH), remisyon ve alevlenme dönemleriyle seyreden kronik gastrointestinal hastalıklar olup, bireylerin yaşam kalitesini düşürmekte ve sağlık sistemleri üzerinde önemli bir yük oluşturmaktadır. Son yıllarda küresel düzeyde artan prevalans, İBH'yi gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde giderek büyüyen bir halk sağlığı sorunu hâline getirmiştir (Kaplan & Windsor, 2020). Bu durum, yalnızca farmakolojik tedavi yaklaşımlarını değil, yaşam tarzı değişiklikleri ve beslenme müdahalelerini de içeren bütüncül bir bakım yaklaşımını zorunlu kılmaktadır. Hemşireler, İBH yönetiminde hasta eğitimi, izlem, psikososyal destek ve beslenme rehabilitasyonu alanlarında üstlendikleri roller ile multidisipliner sağlık ekibinin ayrılmaz bir parçası hâline gelmiştir (O'Connor et al., 2013). İBH, başlıca Crohn hastalığı ve ülseratif kolit olmak üzere, gastrointestinal sistemde kronik inflamasyonla karakterize edilmektedir. Genetik yatkınlık, çevresel faktörler, bağırsak mikrobiyotasındaki değişimler ve bağışıklık sisteminin disregülasyonu hastalığın temel etiyolojik faktörleri arasında yer almaktadır (Ramos & Papadakis, 2019). Son otuz yılda belirgin bir artış gösteren İBH prevalansının, 2030 yılına kadar dünya genelinde 10 milyondan fazla kişiyi etkileyebileceği öngörülmektedir (Ng et al., 2017). Beslenme, İBH'nin etiyopatogenezinde ve yönetiminde belirleyici bir faktör olup, özellikle hastalığın aktif dönemlerinde yaygın olarak görülen malnütrisyon, komplikasyon riskini artırmaktadır (Chiu et al., 2021). Enteral beslenme, özel

diyet protokolleri (örneğin düşük FODMAP (Fermentable Oligosaccharides, Disaccharides, Monosaccharides and Polyols) diyeti) ve mikronutrient takviyeleri gibi beslenme yaklaşımları, semptomların kontrol altına alınması, remisyonun sürdürülmesi ve yaşam kalitesinin artırılmasında etkili olmaktadır (Bischoff et al., 2020). Bu noktada hemşireler, hasta değerlendirmesi, beslenme planlarının takibi, komplikasyonların izlenmesi ve hasta eğitimi gibi işlevleriyle tedavi sürecinin başarısında kilit rol üstlenmektedirler (Skrautvol & Nåden, 2011; Rosso et al., 2021). Özellikle Crohn hastalığında kullanılan Exclusively Enteral Nutrition (EEN) gibi beslenme protokollerinde, hemşirelerin ürün seçimi, doz titrasyonu, tolerans izlemi ve hasta uyumunun sağlanmasındaki katkısı oldukça önemlidir. Ayrıca, beslenme durumunun izlenmesi ve malnütrisyon riskinin erken dönemde fark edilmesi açısından da hemşireler ilk temas noktası konumundadır (Chiu et al., 2021). Eğitimli İBH hemşireleri, uygulanan diyetlerin gerekçelendirilmesi, hastaların diyete uyumunun sağlanması ve psikolojik yükün hafifletilmesinde aktif rol almaktadır (Simian et al., 2020). Bu çerçevede, hemşirelerin beslenme rehabilitasyonundaki işlevi; yalnızca uygulama değil, değerlendirme, izleme, eğitim ve duygusal destek gibi çok boyutlu alanları kapsamaktadır. Dolayısıyla hemşireler, İBH tedavi sürecinde vazgeçilmez bir profesyonel rol üstlenmektedir (Bischoff et al., 2020).

Bu çalışmanın amacı, inflamatuar bağırsak hastalıklarında hemşirelerin beslenme rehabilitasyonu sürecindeki rolünü literatür doğrultusunda kapsamlı biçimde incelemektir. Çalışma kapsamında, hemşirelerin birey merkezli beslenme planlama, uygulama ve değerlendirme süreçlerindeki görevleri ile karşılaştıkları güçlükler ve çözüm önerileri ele alınarak, hemşirelik uygulamalarının etkinliğinin artırılmasına katkı sağlanması hedeflenmektedir.

2. İnflamatuar Bağırsak Hastalıklarında Beslenme Rehabilitasyonu

İnflamatuar Bağırsak Hastalıkları (İBH), başlıca Crohn hastalığı (CH) ve ülseratif kolit (ÜK) olmak üzere, gastrointestinal sistemde kronik inflamasyonla seyreden hastalıklardır. Beslenme, İBH yönetiminde yalnızca destekleyici değil, hastalığın seyri üzerinde belirleyici etkiye sahip bir tedavi unsurudur. Bu bağlamda, hemşireler diyet eğitimi, tedaviye uyum, izlem ve müdahale gibi süreçlerde aktif rol alarak beslenme rehabilitasyonunun planlanması ve uygulanmasında önemli sorumluluklar üstlenmektedir. İBH'de diyet müdahaleleri, inflamatuar yanıtı düzenleyerek remisyonun sürdürülmesine ve semptomların azaltılmasına katkı sağlar. Nitekim az işlenmiş, lif ve anti-inflamatuar özellikli besinleri içeren diyet modellerinin, özellikle ülseratif kolit gibi formlarda hastalık aktivitesini azalttığı saptanmıştır (Hashash et al., 2024). Diyet planlarının bireyselleştirilmesi ise sürdürülebilirliği açısından önem arz eder. Hemşirelerin hastanın yaşı, cinsiyeti, sosyokültürel özellikleri ve hastalık aktivitesini dikkate alarak kişiye özel beslenme stratejileri geliştirmesi, bu sürecin başarısını doğrudan etkiler. Malnütrisyon riski taşıyan ya da oral alımı yeterli olmayan hastalarda enteral ve parenteral beslenme yöntemleri uygulanmaktadır. Özellikle çocuklarda Crohn hastalığında kullanılan Total Enteral Beslenme (EEN), yalnızca inflamasyonu baskılamakla kalmayıp bağırsak mikrobiyotasını yeniden yapılandırarak remisyon sürecini desteklemektedir (Giudici et al., 2023). Bununla birlikte, cerrahi sonrası ya da ciddi inflamasyon varlığında parenteral beslenme kaçınılmaz olabilmektedir. Bu durumda hemşirelerin; sıvı-elektrolit dengesi, enfeksiyon kontrolü ve hastanın genel klinik durumu açısından düzenli izlem gerçekleştirmesi gerekmektedir (Hashash et al., 2024). Özgül Karbonhidrat Diyeti (SCD) ve düşük FODMAP diyeti gibi eliminasyon temelli yaklaşımlar, semptom kontrolü amacıyla sıklıkla tercih edilmektedir. Özellikle düşük FODMAP diyetinin, İBH'li hastalarda irritabl bağırsak benzeri semptomları (şişkinlik, gaz, ağrı) hafifletmede etkili olduğu gösterilmiştir (Gkikas et al., 2020; Jiang et al., 2021). Bununla birlikte, bu tür diyetlerin uzun süreli uygulanmasının bağırsak

mikrobiyotası üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceği dikkate alındığında, hemşire ve diyetisyen eşliğinde izlenmesi önemlidir (Istratescu et al., 2024). İBH yönetiminde beslenme müdahaleleri hastalığın aktif ve remisyon dönemlerine göre farklılık göstermektedir. Alevlenme dönemlerinde düşük lifli, az yağlı ve kolay sindirilebilen besinler tercih edilirken; remisyon dönemlerinde bağışıklık sistemini destekleyici ve besin çeşitliliği içeren diyetler önerilmektedir (Hsieh et al., 2020; Magen-Rimon et al., 2024). Bu farklı dönemlerin doğru şekilde tanımlanarak beslenme planlarının yeniden yapılandırılması, hemşirelerin klinik rollerinden biridir. Ayrıca, kilo kaybı, malabsorpsiyon ve mikronutrient eksiklikleri gibi komplikasyonların önlenmesinde hemşirelerin düzenli izlem yapması, gerekli takviyeleri önermesi ve multidisipliner ekiple koordinasyon içinde çalışması büyük önem taşımaktadır.

3. Hemşirelik Uygulamalarıyla Beslenme Rehabilitasyonunun İnflamatuar Bağırsak Hastalıkları İçin Önemi

İnflamatuar Bağırsak Hastalıkları (İBH), yaşam boyu devam eden, dönemsel alevlenmeler ve remisyonlar ile seyreden kronik, inflamatuar karakterdeki gastrointestinal sistem hastalıklarıdır. Bu hastalıklar yalnızca fizyolojik etkileriyle değil, aynı zamanda psikososyal, fonksiyonel ve yaşam kalitesi açısından da birey üzerinde çok yönlü bir yük oluşturmaktadır. Bu bağlamda, beslenme rehabilitasyonu, İBH tedavisinde yalnızca destekleyici değil, hastalığın yönetiminde merkezi bir rol üstlenen, birey merkezli bir yaklaşımı zorunlu kılan çok boyutlu bir süreçtir. Söz konusu süreçte hemşireler, hastaların gereksinimlerinin belirlenmesi, bireyselleştirilmiş beslenme planlarının oluşturulması, uygulamanın izlenmesi, eğitici danışmanlık hizmetlerinin verilmesi ve psikososyal desteğin sağlanmasında kilit aktörlerdir.

3.1. Beslenme Durumunun Değerlendirilmesi: Sorunun Farkına İlk Varan Hemşiredir

İBH hastalarında görülen malnütrisyon, iştahsızlık, kilo kaybı, mikronutrient eksiklikleri ve gastrointestinal semptomlar sıklıkla hastalığın doğal bir sonucu olarak değerlendirilmekte ve gecikmiş müdahalelere neden olmaktadır. Oysa hemşireler, hasta ile günlük ve sürekli etkileşim hâlinde olmaları nedeniyle bu belirtileri erken fark etme kapasitesine sahiptir. Sistematik gözlem, hasta görüşmeleri ve objektif değerlendirme araçları (örneğin MUST, NRS-2002 gibi beslenme tarama araçları) kullanılarak bireyin beslenme durumu profesyonel düzeyde analiz edilebilmekte; böylece müdahale süreci hızlıca başlatılabilmektedir. Ayrıca hemşire, bireyin dini, kültürel ve sosyoekonomik özelliklerini göz önünde bulundurarak, sadece fizyolojik değil, yaşam biçimine uygun, sürdürülebilir bir beslenme yaklaşımı geliştirilmesine olanak tanır (Schoenfeld et al., 2020).

3.2. Beslenme Eğitimi ve Hasta Danışmanlığı: Öğreten Değil, Dönüştüren Rol

Beslenme eğitimi, İBH tedavisinde remisyonun korunması, alevlenmelerin önlenmesi ve tedaviye uyumun artırılması açısından kritik bir bileşendir. Hemşire, bu süreçte yalnızca bilgi aktaran bir profesyonel değil; bireyin öğrenme tarzına, kültürel yapısına ve yaşam koşullarına uygun şekilde bilgi sunan, eğitim sürecini yapılandıran bir sağlık danışmanıdır. Eğitim; gıda seçimi, porsiyon kontrolü, ürün etiketlerinin okunması, özel diyetlerin sürdürülebilirliği (örn. düşük FODMAP, SCD) gibi başlıklarda planlanmalıdır. Eğitim süreci yalnızca bireye değil, aynı zamanda aile üyelerine de yönelik olmalı ve bakımın ev içi devamlılığını sağlamalıdır (Navarro-Correal et al., 2023).

3.3. Takip ve İzlem Süreçleri: Klinik Sürekliliğin Teminatı

Beslenme rehabilitasyonu sabit bir girişim değil, dinamik ve hasta koşullarına göre uyarlanması gereken bir süreçtir. Bu bağlamda, hemşirelerin görevi yalnızca müdahale etmekle sınırlı değildir; düzenli takip ve izlem ile hastadaki olası değişimlerin erken fark edilmesi ve uygun

revizyonların yapılması sağlanmalıdır. Telefon görüşmeleri, klinik ziyaretler, dijital takip sistemleri gibi araçlar, hemşirenin bu süreci organize etmesine imkân tanır. İzlem sürecindeki süreklilik, hasta için güven hissini artırmakta ve sağlık okuryazarlığını geliştirmektedir (Simian et al., 2020).

3.4. Multidisipliner Takımda Hemşirenin Yeri: Ekip Ruhunun Merkezindeki Figür

İBH tedavisinde multidisipliner ekip yaklaşımı kaçınılmazdır. Gastroenterologlar, diyetisyenler, psikologlar ve sosyal hizmet uzmanları ile birlikte çalışan hemşire, hasta bakımında koordinasyonu sağlayan ve bilgi akışını yöneten profesyonel konumundadır. Hemşire, hasta adına ekibi bilgilendirir, bireyin ihtiyaçlarını dile getirir ve hasta perspektifinin klinik kararlara entegrasyonunu sağlar. Bu yönüyle hemşire, hasta ile ekip arasında "tercüman" işlevi gören temel bir ara yüzdür (Fiorino et al., 2019).

3.5. Psikososyal Destek ve Savunuculuk: Görünmeyen Ama Yaşamsal Rol

İBH hastaları yalnızca fiziksel belirtilerle değil, aynı zamanda sosyal izolasyon, anksiyete, depresyon, beden algısı bozuklukları ve yaşamdan tatmin düzeyinde azalmalar gibi çok yönlü psikososyal sorunlarla da mücadele etmektedir. Hemşireler, hasta ile kurdukları yakın ilişki sayesinde bu sorunları ilk fark eden ve gerekli yönlendirmeleri yaparak bireyi destekleyen profesyonellerdir. Ayrıca, hasta haklarının korunması, sosyal hizmetlerden yararlanma, özel beslenme ürünlerine erişim gibi alanlarda hemşire, hastanın savunuculuğunu yapar (Graffigna et al., 2021).

3.6. Gelişmiş Hemşirelik Uygulamaları (GHU): Yetki, Bilgi ve Liderlik

İngiltere, Kanada ve bazı İskandinav ülkelerinde uygulanan Gelişmiş Uygulama Hemşireliği (Advanced Practice Nursing, APN) modeli, İBH yönetiminde hemşirelerin yetki sınırlarını genişletmektedir. Bu model çerçevesinde hemşireler, bireylerin tedavi planlarını düzenleme, bazı ilaçları reçetelendirme, remisyon takibi yapma ve danışmanlık hizmetlerini yürütme gibi yetkilere sahip olabilmektedir (O'Connor et al., 2013). Türkiye gibi sağlık sistemlerinde bu modelin adapte edilmesi, hemşirelik uygulamalarında profesyonel özerkliğin gelişmesini sağlayarak bakım kalitesini artıracaktır.

4. Literatürde Hemşirenin İnflamatuar Bağırsak Hastalıklarında Beslenme Rehabilitasyonu Üzerindeki Rolü Üzerine Bulgular

İnflamatuar Bağırsak Hastalıkları (İBH) yönetiminde hemşirelik girişimlerinin etkisini değerlendiren güncel literatür, hemşireler tarafından yürütülen yapılandırılmış bakım uygulamalarının hasta sonuçları üzerinde pozitif ve anlamlı etkiler yarattığını ortaya koymaktadır. Sistematik derlemeler, hemşirelik odaklı eğitim, izlem ve destek programlarının semptom yönetimini kolaylaştırdığı, beslenme tedavisine uyumu artırdığı ve tedaviye bağlılığı geliştirdiğini göstermektedir (Berardinelli et al., 2024). Hemşirelerin yalnızca fizyolojik değil, psikososyal boyutu da içeren bütüncül yaklaşımları, hastaların bakım sürecine aktif katılımını kolaylaştırmakta; bu katılım ise remisyon süresinin uzamasına ve diyete bağlılığın güçlenmesine katkı sunmaktadır (Saha & Khatoon, 2024). Özellikle dijital hemşirelik izlem müdahaleleri —telefon, e-posta veya mobil uygulamalar üzerinden yürütülen görüşmeler— bireylerin tedavi sürecine güvenini artırmakta, yaşam kalitesi skorlarını yükseltmekte ve öz-yönetim becerilerini desteklemektedir (Mercuri et al., 2024). Bu süreçte hemşirenin rehberliğiyle sürdürülen hasta eğitim programları, bilgilendirici içeriklerin ötesinde davranış değişikliğini hedefleyen yapılandırılmış oturumlara dönüşmüştür. Avrupa merkezli N-ECCO rehberlerine dayanan bu programlarda, hemşireler tarafından verilen eğitim; beslenme, ilaç kullanımı ve öz-bakım konularında bilgi düzeyinin artmasını, tedaviye uyumun gelişmesini ve

remisyonun sürdürülebilirliğini desteklemektedir (O'Connor et al., 2013; Hernández-Sampelayo et al., 2010). Eğitim sonrası gerçekleştirilen izlem görüşmeleri ise bilginin kalıcılığını artırmakta ve bireysel farkındalığın yükselmesine katkı sağlamaktadır (Pouresmail et al., 2023). Güçlü hemşire-hasta ilişkisi, İBH hastalarının beslenme ve yaşam tarzı düzenlemelerine daha yüksek düzeyde uyum göstermesinde belirleyici bir faktör olarak değerlendirilmektedir. Özellikle güvene dayalı, sürekliliği olan ve empatik iletişimle desteklenen ilişki yapısı, hastanın hemşireye danışma eğilimini artırmakta; sorunların erken fark edilmesini ve önleyici müdahalelerin zamanında gerçekleştirilmesini mümkün kılmaktadır (Kemp et al., 2018). Holst ve arkadaşlarının (2024) çalışması da hemşirelerin bireyselleştirilmiş danışmanlık ve empatik iletişim stratejilerinin hasta memnuniyetini artırdığını ve tedavi bağlılığını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Özellikle komplementer beslenme uygulamaları konusunda danışmanlık sunan hemşirelerin, hastaların tedaviye olan bağlılığını güçlendirdiği gözlemlenmiştir (Holst et al., 2024). N-ECCO tarafından geliştirilen hemşirelik rehberleri, eğitim, izlem, değerlendirme ve destek süreçlerini sistematik hale getirerek hemşirelerin rolünü daha işlevsel hâle getirmiştir. Bu rehberlere göre İBH hemşiresi, hastanın bireysel ihtiyaçlarına göre diyet planlaması yapmakta, semptom takibini yürütmekte ve tedavi sürecine aktif katkı sağlamaktadır (Kemp et al., 2018). Amerika Birleşik Devletleri'nde ise hemşirelerin daha özerk roller üstlendiği Advanced Practice Nurse (APN) modelleri benimsenmiştir. Bu modeller kapsamında hemşireler reçete yazma, tedavi planı oluşturma ve bağımsız hasta takibi gibi yetkilere sahiptir (Westin, 2009). Ayrıca entegre bakım modelleri kapsamında hemşireler, tedavi planlamasında karar verici ekip üyeleri olarak yer almakta; bakımın sürekliliğini ve hastaya özgü izlem programlarının uygulanabilirliğini sağlamaktadır (Schoenfeld et al., 2020).

5. Sorunlar ve Zorluklar

Hemşireler, inflamatuar bağırsak hastalıklarının (İBH) yönetiminde çok yönlü sorumluluklar üstlenmekte; ancak bu sürecin etkinliğini sınırlandıran çeşitli zorluklarla karşı karşıya kalmaktadırlar. Bu sorunlar eğitimsel, klinik, hasta bazlı ve sistemik boyutlarda incelenmelidir. Hemşirelerin İBH hastalarının beslenme yönetimine dair özgün bilgi ve becerileri kazanabilmeleri için özelleşmiş eğitim programlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak yapılan araştırmalar, birçok hemşirenin İBH'ye özel beslenme bilgisi konusunda yetersiz donanıma sahip olduğunu göstermektedir. Eğitim eksikliği, hem bakım kalitesini düşürmekte hem de hasta güvenini olumsuz etkileyebilmektedir (CL et al., 2016). Nitekim Knowles ve Alex'in (2020) çalışmasında, hemşirelerin eğitimi ile hasta tedaviye uyumu arasında doğrudan bir ilişki olduğu ve eğitim düzeyi yükseldikçe medikal ve beslenme tedavisine uyumun arttığı gösterilmiştir (Knowles & Alex, 2020). İBH yönetiminde hemşirelerin rol ve sorumluluklarına ilişkin standart protokoller birçok merkezde belirsizliğini korumaktadır. Özellikle beslenme müdahalelerinin ne zaman ve hangi düzeyde hemşire tarafından uygulanacağına dair uygulama rehberleri ya eksiktir ya da yerel uygulamalarda farklılık göstermektedir. Bu durum hemşirelerin girişimlerini sınırlandırmakta ve interdisipliner iletişimde kopukluklara yol açmaktadır (Kanazaki et al., 2023). Fiorino ve arkadaşları (2019) bu sorunun Avrupa genelinde de yaygın olduğunu belirtmiş ve kalite standartlarının eşgüdümlü şekilde hemşirelik protokollerine entegre edilmesi gerektiğini savunmuştur (Fiorino et al., 2019). Hasta uyumu, İBH tedavisinde başarıyı doğrudan etkileyen en kritik faktörlerden biridir. Ancak beslenme rehabilitasyonuna uyum, eğitim düzeyi, sağlık okuryazarlığı, psikososyal faktörler ve hemşire-hasta iletişimi gibi pek çok etmene bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Greenley et al., 2013). Tormey ve Farraye (2016), sağlık okuryazarlığı düşük olan hastaların diyet ve ilaç uyumunun da düşük olduğunu ve bu durumun hemşirelerin ek çaba göstermesini gerektirdiğini

ortaya koymuştur (Tormey et al., 2016). Sağlık sistemindeki kaynak sınırlılıkları, hemşirelerin etkin bakım sunmalarını engelleyen başlıca yapısal sorundur. Özellikle hasta başına düşen hemşire oranının düşük olması, hemşirelerin bireyselleştirilmiş eğitim ve izlem süreçlerini yürütmesini zorlaştırmaktadır. Ayrıca zamana ve malzemeye erişim kısıtlılığı da bakım kalitesini düşürmektedir (Yu et al., 2022). Paine ve arkadaşlarının (2014) çalışmasında, sağlık sisteminin geçiş dönemlerinde (örneğin pediatriden erişkine geçişte) yeterli destek sunmaması, hasta uyumu ve güvenli bakım sürecini sekteye uğrattığı belirtilmiştir (Paine et al., 2014).

6. İnflamatuar Bağırsak Hastalıklarında Beslenme Rehabilitasyonu: Öneriler ve Gelecek Perspektifi

İnflamatuar Bağırsak Hastalıklarında (İBH) beslenme rehabilitasyonu, klinik karar alma süreçlerinin yapılandırılması ve hasta merkezli bakımın sürdürülebilirliği açısından net tanımlanmış rehberlere ihtiyaç duymaktadır. Günümüzde hemşirelerin bu alandaki rolü giderek daha fazla kabul görse de, klinik uygulamalarda hemşirelerin hangi aşamada, ne tür bir müdahale gerçekleştireceği ve bu müdahalenin kapsamı konusunda yeterince açık ve bütüncül bir çerçeve bulunmamaktadır. Avrupa merkezli N-ECCO (Nursing–European Crohn's and Colitis Organisation) rehberleri, hemşirelik rollerinin standardizasyonu açısından önemli bir kaynak sunmakla birlikte, bu rehberlerin farklı kültürel bağlamlar ve sağlık sistemlerinin yapısal özellikleri gözetilerek yerel düzeyde uyarlanması gerekmektedir (Kemp et al., 2018). Özellikle beslenmeye ilişkin müdahalelerde, hemşirelerin remisyon ve alevlenme dönemlerine özgü algoritmalarla donatılması, interdisipliner iş birliğinin niteliğini artıracak ve bakım süreçlerini bütüncül hale getirecektir. Bu bağlamda oluşturulacak klinik rehberler, hasta bakımının standardizasyonunu sağlamakla kalmayacak, aynı zamanda hemşirelerin bakım planlaması içerisindeki görünürlüğünü ve etkinliğini de artıracaktır. İBH'ye yönelik hemşirelik eğitimlerinin güncellenmesi ve beslenme temelli bakım yaklaşımlarıyla zenginleştirilmesi, uzun vadede hasta sağlığı üzerinde doğrudan etkili olacaktır. Mevcut literatür, beslenme eğitiminin yalnızca diyetisyenlere özgü bir alan olarak değerlendirilmesinin eksik bir yaklaşım olduğunu; hemşirelerin yeterli bilgi düzeyine sahip olmaları durumunda hasta uyumunun ve tedavi başarısının anlamlı düzeyde arttığını ortaya koymaktadır (Knowles & Alex, 2020). Bu nedenle hem lisans düzeyinde hem de mezuniyet sonrası eğitimlerde, İBH'ye özgü beslenme modelleri (örneğin düşük FODMAP diyeti, enteral/parenteral beslenme protokolleri) ile birlikte hasta eğitimi tekniklerinin müfredata dâhil edilmesi önerilmektedir. Özellikle senaryo temelli eğitimler, simülasyon laboratuvarları ve etkileşimli dijital modüller aracılığıyla sunulan içerikler, bilgi aktarımını somutlaştırarak mesleki yeterliliği pekiştirmektedir. Klinik uygulamalarda ise "beslenme hemşiresi" gibi alt uzmanlık alanlarının tanımlanması ve bu uzmanlıkların hem kurumsal hem de profesyonel düzeyde teşvik edilmesi, bakımın kalitesini artıracaktır. İBH gibi yaşam boyu izlem gerektiren kronik hastalıklarda hemşirelik uygulamalarının etkinliğinin artırılması, yalnızca teorik eğitimin güçlendirilmesiyle değil; aynı zamanda bu alana özgü uygulama temelli, çok merkezli ve sistematik araştırmalarla da desteklenmelidir. Güncel çalışmalar, hemşirelik girişimlerinin remisyon süresi, diyet uyumu, yaşam kalitesi ve psikososyal iyi oluş üzerindeki olumlu etkilerini ortaya koysa da, bu sonuçların farklı demografik gruplarda ve sağlık sistemlerinde nasıl değişiklik gösterdiğine dair yeterli veri bulunmamaktadır (Saha & Khatoon, 2024). Bu nedenle hemşirelik araştırmalarının nitel ve nicel yöntemlerle çeşitlendirilmesi; örneğin aksiyon araştırmaları, vaka analizleri ve çok merkezli randomize kontrollü çalışmaların artırılması gerekmektedir. Böylece hemşirelik pratiğine dayalı bilgi üretimi güçlendirilecek, hem de bu bilgiler klinik protokollere daha etkili bir biçimde entegre edilebilecektir. Ayrıca disiplinler arası araştırma ekiplerinin kurulması, hemşire-diyetisyen-gastroenterolog iş birliğinin bilimsel temellerini pekiştirerek bakım

kalitesini üst düzeye çıkaracaktır. Dijital sağlık teknolojilerindeki hızlı gelişmeler, İBH hastalarının uzaktan izlenmesi, bireyselleştirilmiş bakım planlarının uygulanması ve hemşirelerin danışmanlık rolünü daha etkin kullanabilmeleri açısından önemli fırsatlar sunmaktadır. Mobil uygulamalar, dijital diyet takibi sistemleri, semptom bildirim modülleri ve uzaktan erişilebilir eğitim içerikleri, hemşirelerin hastaları gerçek zamanlı olarak izlemelerini ve hızlı müdahale etmelerini mümkün kılmaktadır. Yu ve arkadaşlarının (2022) yürüttüğü sistematik derlemede, teknoloji tabanlı izlem araçlarının tedaviye uyumu ve hasta memnuniyetini artırdığı; özellikle hemşirelerin danışmanlık rollerinde bu teknolojilerin kullanımının hasta-hemşire etkileşimini güçlendirdiği belirtilmiştir. Gelecekte yapay zeka destekli öneri sistemleri, semptomlara dayalı uyarı mekanizmaları gibi dijital uygulamaların hayata geçirilmesi ile hemşirelerin erken farkındalık düzeyinin artırılması mümkün hale gelecek; böylece alevlenme riskleri daha etkili biçimde yönetilebilecektir. Bu sürecin sağlıklı şekilde işlemesi için, hemşirelerin dijital sağlık okuryazarlıklarının artırılması ve hemşirelik eğitimlerine uygulamalı teknoloji kullanımına yönelik içeriklerin dâhil edilmesi gerekmektedir.

7. SONUÇ

Bu literatür incelemesi, hemşirelerin inflamatuar bağırsak hastalıklarında beslenme rehabilitasyonundaki rolünün giderek daha fazla önem kazandığını göstermektedir. Mevcut çalışmalar, hemşirelerin beslenme durumunun değerlendirilmesi, hasta eğitimi, izlem ve ekip içi koordinasyon gibi çok boyutlu görevleri üstlendiğini ortaya koymaktadır. Ancak eğitim eksiklikleri, standart klinik rehberlerin olmaması, hasta uyumundaki değişkenlik ve sağlık sistemi kaynaklı sınırlılıklar, bu rolün etkinliğini azaltmaktadır. Buna karşın hemşirelerin doğru destekle İBH yönetiminde yalnızca bakım sunan değil, aynı zamanda süreci yönlendiren bir konumda olabileceği açıktır. Klinik uygulamalara katkı sağlayacak şekilde, hemşirelik eğitiminin güncellenmesi, uygulama temelli araştırmaların artırılması ve dijital takip sistemlerinin entegrasyonu, bu alandaki hemşirelik gücünü daha da görünür kılacaktır.

8. KAYNAKLAR

Berardinelli, D., Conti, A., Hasnaoui, A., Casabona, E., Martin, B., Campagna, S. & Dimonte, V. (2024). Nurse-Led Interventions for Improving Medication Adherence in Chronic Diseases: A Systematic Review. Healthcare (Switzerland), 12(23), 2337. https://doi.org/10.3390/HEALTHCARE12232337/S1

Bischoff, S. C., Escher, J., Hébuterne, X., Kłęk, S., Krznaric, Z., Schneider, S., Shamir, R., Stardelova, K., Wierdsma, N., Wiskin, A. E. & Forbes, A. (2020). ESPEN practical guideline: Clinical Nutrition in inflammatory bowel disease. Clinical Nutrition, 39(3), 632–653. https://doi.org/10.1016/J.CLNU.2019.11.002/ASSET/E0E673B0-DF26-44A8-9E1C-538B7E5DFF77/MAIN.ASSETS/GR7.JPG

Chiu, E., Oleynick, C., Raman, M. & Bielawska, B. (2021). Optimizing Inpatient Nutrition Care of Adult Patients with Inflammatory Bowel Disease in the 21st Century. Nutrients 2021, Vol. 13, Page 1581, 13(5), 1581. https://doi.org/10.3390/NU13051581

CL, W., Maass, M., Devine, B., Thornton, T., Grembowski, D. & Ko, C. W. (2016). Educational Needs of Patients with Inflammatory Bowel Disease (IBD) and Non-Adherence to Medical Therapy-A Qualitative Study. Journal of Inflammatory Bowel Diseases & Disorders, 1(1), 1–8. https://doi.org/10.4172/2476-1958.1000106

Fiorino, G., Allocca, M., Chaparro, M., Coenen, S., Fidalgo, C., Younge, L. & Gisbert, J. P. (2019). 'Quality of Care' Standards in Inflammatory Bowel Disease: A Systematic Review. Journal of Crohn's and Colitis, 13(1), 127–137. https://doi.org/10.1093/ECCO-JCC/JJY140

Giudici, F., Fiorindi, C., Reznikov, E. A. & Suskind, D. L. (2023). Current Nutritional Therapies in Inflammatory Bowel Disease: Improving Clinical Remission Rates and Sustainability of Long-Term Dietary Therapies. Nutrients 2023, Vol. 15, Page 668, 15(3), 668. https://doi.org/10.3390/NU15030668

Gkikas, K., Gerasimidis, K., Milling, S., Ijaz, U. Z., Hansen, R. & Russell, R. K. (2020). Dietary Strategies for Maintenance of Clinical Remission in Inflammatory Bowel Diseases: Are We There Yet? Nutrients 2020, Vol. 12, Page 2018, 12(7), 2018. https://doi.org/10.3390/NU12072018

Graffigna, G., Bosio, C., Pagnini, F., Volpato, E., Previtali, E., Leone, S., D'Amico, F., Armuzzi, A. & Danese, S. (2021). Promoting psycho-social wellbeing for engaging inflammatory bowel disease patients in their care: an Italian consensus statement. BMC Psychology 2021 9:1, 9(1), 1–14. https://doi.org/10.1186/S40359-021-00692-6

Greenley, R. N., Kunz, J. H., Walter, J. & Hommel, K. A. (2013). Practical Strategies for Enhancing Adherence to Treatment Regimen in Inflammatory Bowel Disease. Inflammatory Bowel Diseases, 19(7), 1534–1545. https://doi.org/10.1097/MIB.0B013E3182813482

Hashash, J. G., Elkins, J., Lewis, J. D. & Binion, D. G. (2024). AGA Clinical Practice Update on Diet and Nutritional Therapies in Patients With Inflammatory Bowel Disease: Expert Review. Gastroenterology, 166(3), 521–532. https://doi.org/10.1053/J.GASTRO.2023.11.303

Hernández-Sampelayo, P., Seoane, M., Oltra, L., Marín, L., Torrejón, A., Vera, M. I., García, V., Lázaro, P., Parody, E., Blasco, A. J. & Casellas, F. (2010). Contribution of nurses to the quality of care in management of inflammatory bowel disease: A synthesis of the evidence. Journal of Crohn's and Colitis, 4(6), 611–622. https://doi.org/10.1016/J.CROHNS.2010.08.009

Holst, M., Jensen, M. V., Jakobsen, L. M. & Arvidsson, L. B. (2024). Nurses' Attitudes for Supporting Complementary Medicine in Crohns Disease–A Qualitative Interview Study. Mathews Journal of Nursing and Health Care, 6(1), 1–11. https://doi.org/10.30654/MJNH.100038

Hsieh, M. S., Hsu, W. H., Wang, J. W., Wang, Y. K., Hu, H. M., Chang, W. K., Chen, C. Y., Wu, D. C., Kuo, F. C. & Su, W. W. (2020). Nutritional and dietary strategy in the clinical care of inflammatory bowel disease. Journal of the Formosan Medical Association, 119(12), 1742–1749. https://doi.org/10.1016/J.JFMA.2019.09.005

Istratescu, D., Preda, C. M., Manuc, T., Meianu, C., Stroie, T. & Diculescu, M. (2024). A Comprehensive Review of Dietary Approaches in Maintaining Remission of Inflammatory Bowel Diseases in Adults. Medicina 2024, Vol. 60, Page 1068, 60(7), 1068. https://doi.org/10.3390/MEDICINA60071068

Jiang, Y., Jarr, K., Layton, C., Gardner, C. D., Ashouri, J. F., Abreu, M. T. & Sinha, S. R. (2021). Therapeutic Implications of Diet in Inflammatory Bowel Disease and Related Immune-Mediated Inflammatory Diseases. Nutrients 2021, Vol. 13, Page 890, 13(3), 890. https://doi.org/10.3390/NU13030890

Kanazaki, R., Smith, B., Girgis, A. & Connor, S. J. (2023). Clinician Adherence to Inflammatory Bowel Disease Guidelines: Results of a Qualitative Study of Barriers and Enablers. Crohn's & Colitis 360, 5(3), 1–13. https://doi.org/10.1093/CROCOL/OTAC018

Kaplan, G. G. & Windsor, J. W. (2020). The four epidemiological stages in the global evolution of inflammatory bowel disease. Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology 2020 18:1, 18(1), 56–66. https://doi.org/10.1038/s41575-020-00360-x

Kemp, K., Dibley, L., Chauhan, U., Greveson, K., Jäghult, S., Ashton, K., Buckton, S., Duncan, J., Hartmann, P., Ipenburg, N., Moortgat, L., Theeuwen, R., Verwey, M., Younge, L., Sturm, A. & Bager, P. (2018). Second N-ECCO Consensus Statements on the European Nursing Roles in Caring for Patients with Crohn's Disease or Ulcerative Colitis. Journal of Crohn's and Colitis, 12(7), 760–776. https://doi.org/10.1093/ECCO-JCC/JJY020

Knowles, S. R. & Alex, G. (2020). Medication Adherence Across the Life Span in Inflammatory Bowel Disease: Implications and Recommendations for Nurses and Other Health Providers. Gastroenterology Nursing, 43(1), 76–88. https://doi.org/10.1097/SGA.0000000000000467

Magen-Rimon, R., Day, A. S. & Shaoul, R. (2024). An Overview of Nutritional Interventions in Inflammatory Bowel Diseases. Nutrients 2024, Vol. 16, Page 3055, 16(18), 3055. https://doi.org/10.3390/NU16183055

Mercuri, C., Giordano, V., Bosco, V., Serra, N., Spagnuolo, R., Nocerino, R., Rea, T., Colaci, C., Guillari, A., Doldo, P. & Simeone, S. (2024). Impact of Nursing Interventions via Telephone and Email on the Quality of Life of Patients with Inflammatory Bowel Disease: Preliminary Results of a Comparative Observational Study. Healthcare 2024, Vol. 12, Page 2538, 12(24), 2538. https://doi.org/10.3390/HEALTHCARE12242538

Navarro-Correal, E., Ibarz, A., Basagaña-Farres, M., Feijoo-Cid, M., Espart, A. & Selva, L. (2023). Educational Interventions for Newly Diagnosed Patients with Inflammatory Bowel Disease: A Scoping Review. Gastroenterology Nursing, 46(1), 30–40. https://doi.org/10.1097/SGA.0000000000000688

Ng, S. C., Shi, H. Y., Hamidi, N., Underwood, F. E., Tang, W., Benchimol, E. I., Panaccione, R., Ghosh, S., Wu, J. C. Y., Chan, F. K. L., Sung, J. J. Y. & Kaplan, G. G. (2017). Worldwide incidence and prevalence of inflammatory bowel disease in the 21st century: a systematic review of population-based studies. The Lancet, 390(10114), 2769–2778. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32448-0

O'Connor, M., Bager, P., Duncan, J., Gaarenstroom, J., Younge, L., Détré, P., Bredin, F., Dibley, L., Dignass, A., Gallego Barrero, M., Greveson, K., Hamzawi, M., Ipenburg, N., Keegan, D., Martinato, M., Murciano Gonzalo, F., Pino Donnay, S., Price, T., Ramirez Morros, A., … van de Woude, C. J. (2013). N-ECCO Consensus statements on the European nursing roles in caring for patients with Crohn's disease or ulcerative colitis. Journal of Crohn's and Colitis, 7(9), 744–764. https://doi.org/10.1016/J.CROHNS.2013.06.004

Paine, C. W., Stollon, N. B., Lucas, M. S., Brumley, L. D., Poole, E. S., Peyton, T., Grant, A. W., Jan, S., Trachtenberg, S., Zander, M., Mamula, P., Bonafide, C. P. & Schwartz, L. A. (2014). Barriers and Facilitators to Successful Transition from Pediatric to Adult Inflammatory Bowel Disease Care from the Perspectives of Providers. Inflammatory Bowel Diseases, 20(11), 2083–2091. https://doi.org/10.1097/MIB.0000000000000136

Pouresmail, Z., Heshmati Nabavi, F. & Valizadeh Zare, N. (2023). Outcomes of Patient Education in Nurse-led Clinics: A Systematic Review. Journal of Caring Sciences, 12(3), 188–200. https://doi.org/10.34172/jcs.2023.31891

Ramos, G. P. & Papadakis, K. A. (2019). Mechanisms of Disease: Inflammatory Bowel Diseases. Mayo Clinic Proceedings, 94(1), 155–165. https://doi.org/10.1016/J.MAYOCP.2018.09.013/ATTACHMENT/B7097E6E-758F-460E-A2E9-DFB65DEF3CF6/MMC1.MP4

Rosso, C., Aaron, A. A., Armandi, A., Caviglia, G. P., Vernero, M., Saracco, G. M., Astegiano, M., Bugianesi, E. & Ribaldone, D. G. (2021). Inflammatory Bowel Disease Nurse—Practical Messages. Nursing Reports 2021, Vol. 11, Pages 229-241, 11(2), 229–241. https://doi.org/10.3390/NURSREP11020023

Saha, J. K. & Khatoon, J. (2024). Nursing Care for Inflammatory Bowel Disease: Patient Support and Symptom Management – A Scoping Review. http://www.theseus.fi/handle/10024/875473

Schoenfeld, R., Nguyen, G. C. & Bernstein, C. N. (2020). Integrated Care Models: Optimizing Adult Ambulatory Care in Inflammatory Bowel Disease. Journal of the Canadian Association of Gastroenterology, 3(1), 44–53. https://doi.org/10.1093/JCAG/GWY060

Simian, D., Flores, L., Quera, R., Ibáñez, P., Figueroa, C., Lubascher, J., Pizarro, G. & Kronberg, U. (2020). The Role of an Inflammatory Bowel Disease Nurse in the Follow-Up of Patients from a Latin American Inflammatory Bowel Disease Program. Gastroenterology Nursing, 43(1), E16–E23. https://doi.org/10.1097/SGA.0000000000000436

Skrautvol, K. & Nåden, D. (2011). Nutritional care in inflammatory bowel disease – a literature review. Scandinavian Journal of Caring Sciences, 25(4), 818–827. https://doi.org/10.1111/J.1471-6712.2011.00890.X

Tormey, L. K., Farraye, F. A. & Paasche-Orlow, M. K. (2016). Understanding Health Literacy and its Impact on Delivering Care to Patients with Inflammatory Bowel Disease. Inflammatory Bowel Diseases, 22(3), 745–751. https://doi.org/10.1097/MIB.0000000000000622

Westin, L. (2009). Advanced nursing practice in nurse-led inflammatory bowel disease support service. http://hdl.handle.net/1828/4120

Yu, N., Basnayake, C., Connell, W., Ding, N. S., Wright, E., Stanley, A., Fry, S., Wilson-O'brien, A., Niewiadomski, O., Lust, M., Schulberg, J. & Kamm, M. A. (2022). Interventions to Improve Adherence to Preventive Care in Inflammatory Bowel Disease: A Systematic Review. Inflammatory Bowel Diseases, 28(8), 1177–1188. https://doi.org/10.1093/IBD/IZAB247

IMPROVING NURSING CARE IN PAEDIATRIC PATIENTS WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE, COMPUTER VISION AND MACHINE LEARNING ASSISTED MONITORING APPLICATIONS

PEDİATRİK HASTALARDA YAPAY ZEKA, BİLGİSAYAR GÖRÜSÜ VE MAKİNE ÖĞRENMESİ DESTEKLİ TAKİP UYGULAMALARIYLA HEMŞİRELİK BAKIMININ İYİLEŞTİRİLMESİ

Ahmet CEVİZ[1], Rana CEVİZ[2]

[1]RN, Araştırma Görevlisi, İnönü Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi, İç Hastalıkları Hemşireliği ABD, Malatya, Türkiye, 0009-0004-3536-2113.

[2]RN, Araştırma Görevlisi, Malatya Turgut Özal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Malatya, Türkiye, 0009-0004-8895-0189.

Özet

Bu çalışma, pediatrik hemşirelik alanında yapay zeka, bilgisayar görüsü ve makine öğrenmesi temelli takip teknolojilerinin bakım süreçlerine entegrasyonunu ele almaktadır. Literatür, bu ileri teknolojilerin yalnızca klinik karar alma süreçlerini desteklemekle kalmadığını; aynı zamanda bireyselleştirilmiş bakım, komplikasyonların erken tespiti ve hasta güvenliğini artırma gibi çok yönlü katkılar sunduğunu ortaya koymaktadır. Giyilebilir cihazlar ve uzaktan izleme sistemleri, hemşirelerin pediatrik hastaları sürekli ve gerçek zamanlı takip etmesini mümkün kılmakta; bu da hem bakımın etkinliğini artırmakta hem de ebeveyn katılımını güçlendirmektedir. Bilgisayar görüsü uygulamaları ise yara izleme, ağrı düzeyinin yüz ifadesiyle belirlenmesi ve solunum takibi gibi klinik değerlendirme alanlarında objektif veriler sunarak hemşirelik kararlarını desteklemektedir. Makine öğrenmesi destekli risk analiz algoritmaları, hasta özelliklerine göre kişiselleştirilmiş müdahale planları oluşturulmasına olanak tanımakta, izlem sıklığı ve önceliklendirme kararlarında veri odaklı bir yaklaşım sunmaktadır. Bu durum, hemşirelerin iş yükünü azaltmakta, zaman yönetimini kolaylaştırmakta ve hasta güvenliğini artırmaktadır. Klinik karar destek sistemlerinin entegrasyonu, hemşirelerin mesleki yetkinliğini artırmakta ve bakımın standardizasyonuna katkı sağlamaktadır. Ancak bu teknolojilerin kullanımı etik, yasal ve mesleki sorumluluklar bağlamında yeni tartışma alanları da doğurmaktadır. Pediatrik hasta verilerinin korunması, teknolojinin insan ilişkileri üzerindeki etkisi ve yapay zeka destekli kararlarda nihai sorumluluğun sınırları gibi konular, hemşirelik uygulamaları açısından dikkatle ele alınmalıdır. Bu bağlamda, hemşirelerin dijital okuryazarlık düzeylerinin artırılması, etik ilkelere dayalı uygulama standartlarının oluşturulması ve disiplinlerarası iş birliğinin teşvik edilmesi önerilmektedir. Bu çalışma, hemşirelik bakımında teknolojik dönüşümün kapsamını değerlendirerek, gelecekteki uygulamalar ve araştırmalar için yol gösterici bir kaynak olmayı amaçlamaktadır.

Anahtar kelimeler: Pediatri hemşireliği, yapay zekâ destekli bakım, bilgisayar görüsü, makine öğrenmesi

Abstract

This study addresses the integration of artificial intelligence, computer vision and machine learning-based monitoring technologies into care processes in the field of paediatric nursing. The literature reveals that these advanced technologies not only support clinical decision-making processes but also offer multifaceted contributions such as individualised care, early detection of complications, and improved patient safety. Wearable devices and remote monitoring systems enable nurses to monitor paediatric patients continuously and in real time, which improves the effectiveness of care and enhances parental involvement. Computer vision applications support nursing decisions by providing objective data in clinical assessment areas such as wound monitoring, determination of pain level by facial expression and respiratory monitoring. Machine learning-supported risk analysis algorithms enable the creation of personalised intervention plans according to patient characteristics and offer a data-driven approach in monitoring frequency and prioritisation decisions. This reduces the workload of nurses, facilitates time management and increases patient safety. Integration of clinical decision support systems increases the professional competence of nurses and contributes to the standardisation of care. However, the use of these technologies also gives rise to new areas of discussion in the context of ethical, legal and professional responsibilities. Issues such as the protection of paediatric patient data, the impact of technology on human relations and the limits of ultimate responsibility in artificial intelligence-supported decisions should be carefully considered in terms of nursing practice. In this context, it is recommended to increase the digital literacy levels of nurses, to establish practice standards based on ethical principles, and to encourage interdisciplinary cooperation. This study aims to be a guiding resource for future practices and research by evaluating the scope of technological transformation in nursing care.

Keywords: Paediatric nursing, artificial intelligence assisted care, computer vision, machine learning

1. GİRİŞ

Son yıllarda sağlık sistemlerinde dijitalleşme büyük bir ivme kazanmış, özellikle yapay zeka, makine öğrenmesi ve bilgisayar görüsü gibi ileri düzey teknolojilerin kullanımıyla hasta bakım süreçlerinde önemli dönüşümler yaşanmıştır. Bu teknolojiler yalnızca sağlık profesyonellerinin karar alma süreçlerini desteklemekle kalmayıp, aynı zamanda hastaların daha etkili biçimde izlenmesini, komplikasyonların erken belirlenmesini ve bireyselleştirilmiş bakım hizmetlerinin sunulmasını da mümkün kılmaktadır (Hoodbhoy et al., 2021; Ng et al., 2022). Söz konusu yenilikler, özellikle pediatri alanında –çocuk hastaların fizyolojik ve duygusal değişkenliğe açık doğası nedeniyle– çok daha fazla önem kazanmıştır. Yapay zeka ve makine öğrenmesi temelli sistemler, büyük veri kümeleri aracılığıyla çocuk hastaların klinik seyirlerini tahmin edebilmekte, bu sayede hemşirelerin kanıta dayalı karar alma süreçlerini desteklemektedir (Lonsdale et al., 2020; Shah et al., 2022). Pediatrik hastaların iletişim ve ifade becerilerinin sınırlı olması, onların izlenmesini erişkin bireylere kıyasla daha karmaşık hale getirmektedir. Bu bağlamda geliştirilen dijital takip sistemleri, kalp atım hızı, solunum hızı, kan oksijen düzeyi gibi yaşamsal parametreleri gerçek zamanlı olarak izleyerek hemşirelere anında geri bildirim sağlamaktadır (Cao & Wang, 2024; Olive & Owens, 2018). Otizmli çocuklarda davranış analizine dayalı bilgisayar görüsü uygulamaları da izlem kalitesini artıran önemli yenilikler arasında yer almaktadır (Osuji, 2024). Hemşireler, hasta bakımında en yakın temas noktası olan sağlık profesyonelleri olarak, bu teknolojilerin uygulanmasında merkezi bir role sahiptir. Yapay zeka destekli karar destek sistemleri, hemşirelerin bakım planlamasında daha öngörülü ve etkili roller üstlenmesini sağlamaktadır. Yoğun bakım ünitelerinde görev yapan hemşireler, makine

öğrenmesi algoritmalarıyla geliştirilen izlem panelleri aracılığıyla riskli vakaları erken tespit ederek, komplikasyonlara yönelik müdahaleleri daha zamanında gerçekleştirebilmektedir (Martinez-Ortigosa et al., 2023; Soltani & Soltani, 2024). Bununla birlikte bu sistemler, hemşirelerin iş yükünü azaltmakta ve manuel veri girişinden kaynaklanan hataların önüne geçmektedir. Gelişmiş teknolojiler yalnızca fizyolojik izleme ile sınırlı kalmamakta, aynı zamanda çocukların duygusal ve davranışsal durumlarının da değerlendirilmesini olanaklı hale getirmektedir. Yüz tanıma ve duygu analiz teknolojileri sayesinde çocukların ağrı, korku ve kaygı düzeyleri tespit edilerek hemşirelik müdahaleleri bu doğrultuda planlanabilmektedir (Hoodbhoy et al., 2021). Ek olarak, düşme riski ve enfeksiyon gelişme olasılığı gibi risklerin önceden tahmin edilmesi, koruyucu hemşirelik uygulamalarının güçlenmesine katkı sağlamaktadır (Ng et al., 2022).

Yapay zeka temelli uzaktan izlem teknolojileri, hem hastane ortamında hem de evde bakım süreçlerinde hemşirelik hizmetlerinin sürdürülebilirliğini ve erişilebilirliğini artırmaktadır. Bu derleme çalışması, pediatrik hastalarda yapay zeka, bilgisayar görüsü ve makine öğrenmesi temelli takip sistemlerinin hemşirelik bakımına etkilerini çok yönlü olarak ele almayı amaçlamaktadır. Literatür doğrultusunda yapılan analizde, bu teknolojilerin çocuk izlemine katkıları, hemşirelik kararlarını nasıl dönüştürdüğü, hasta güvenliği üzerindeki etkileri ve etik-operasyonel boyutları değerlendirilmektedir. Bu çalışma, hem mevcut uygulamaları ortaya koymakta hem de gelecekteki hemşirelik araştırmaları ve klinik uygulamalar için rehberlik etmeyi hedeflemektedir.

2. Yapay Zeka, Bilgisayar Görüsü ve Makine Öğrenmesinin Temelleri

Yapay zeka, insan zekasının bilişsel işlevlerini taklit etme yeteneğine sahip sistemlerin geliştirilmesini amaçlayan çok disiplinli bir bilgisayar bilimi alanıdır. Bu kapsamda, makine öğrenmesi; sistemlerin doğrudan programlanmadan, deneyim yoluyla öğrenmesini sağlayan yapay zeka alt disiplini olarak tanımlanır. Derin öğrenme ise çok katmanlı yapay sinir ağları kullanarak daha karmaşık öğrenme süreçlerini gerçekleştirebilen bir makine öğrenmesi yöntemidir. Bilgisayar görüsü ise görsel verilerden anlam çıkarmayı hedefleyen ve görüntü ile video içeriklerinin analizine dayanan bir teknolojidir. Bu yöntem, özellikle tıpta görüntü temelli tanı sistemlerinde önemli katkılar sunmaktadır (Javaid et al., 2022). Yapay zeka, makine öğrenmesi ve bilgisayar görüsü teknolojileri; sağlık alanında tanı koyma, tedavi planlaması, hasta izleme ve klinik karar destek sistemlerinde yaygın biçimde kullanılmaktadır. Hemşirelik uygulamalarında bu teknolojiler, hasta değerlendirme süreci, erken uyarı sistemlerinin işletilmesi ve hemşirelik karar alma mekanizmalarının desteklenmesi gibi kritik alanlarda rol üstlenmektedir. Bilgisayar görüsünün, hemşirelik bakımına doğrudan katkı sunduğu bazı örnek uygulama alanları arasında yara izleme, postür analizi, bebek yüz ifadelerinden ağrı değerlendirmesi yer almaktadır (Nalaie et al., 2024). Özellikle derin öğrenme temelli görüntü işleme yöntemleri, medikal görsellerden klinik anlamda çıkarımlar yapılmasına olanak tanıyarak hem hemşireleri hem de hekimleri desteklemektedir (Esteva et al., 2021). Ayrıca, sensör teknolojileriyle entegre edilen ve yapay zeka algoritmaları aracılığıyla çalışan giyilebilir cihazlar, hastaların fizyolojik parametrelerini gerçek zamanlı olarak izlemekte ve hemşirelik izlemlerine yeni boyut kazandırmaktadır (Minh, 2024).

Pediatrik hasta grubu, biyolojik gelişim, bilişsel kapasite ve psikososyal özellikler açısından erişkin bireylerden farklı gereksinimler göstermektedir. Bu nedenle, yapay zeka uygulamalarının çocuklara özgü olarak yapılandırılması zorunludur. Örneğin, makine öğrenmesi modellerinde kullanılan veri etiketleme süreçleri yaş gruplarına uygun olacak biçimde düzenlenmeli; bilgisayar görüsü temelli uygulamalarda normatif veri setleri çocuklara

göre uyarlanmalıdır. Ayrıca çocuk hastalarda veri güvenliği, etik onam, ebeveyn bilgilendirmesi ve mahremiyetin korunması gibi etik ilkeler büyük önem taşımaktadır (Matsushita et al., 2022). Gelişimsel bozuklukların tanılanmasında kullanılan yapay zeka temelli sistemler, çocukların yüz ifadeleri, sesli tepkileri ve davranış örüntülerini analiz ederek erken tanıya olanak sağlamaktadır. Bu sistemlerin başarısı; güvenilirliği, kültürel uygunluğu ve kullanıcı dostu arayüzleri ile doğrudan ilişkilidir (Lonsdale et al., 2020; Washington et al., 2022).

3. Pediatrik Hastalarda Hemşirelik Bakımında Teknoloji Destekli Takip Sistemleri

Pediatrik hasta grubunda teknolojinin hemşirelik bakımına entegrasyonu, hem klinik sonuçların iyileştirilmesinde hem de karar verme süreçlerinin desteklenmesinde önemli katkılar sağlamaktadır. Bu bölümde, giyilebilir teknolojilerle veri izleme, uzaktan takip uygulamaları ve klinik karar destek sistemlerinin pediatrik hemşirelikteki yeri ele alınacaktır.

3.1. Giyilebilir Teknolojiler ve Veri İzleme

Giyilebilir sağlık teknolojileri, pediatrik hastaların kesintisiz ve gerçek zamanlı takibini mümkün kılarak hemşirelik bakımına yeni bir boyut kazandırmaktadır. Bu teknolojiler arasında akıllı bileklikler, sensörlü tekstil ürünleri, göğüs bantları ve mobil uygulamalarla entegre edilebilen sistemler yer almaktadır. Bu cihazlar aracılığıyla kalp atım hızı, solunum hızı, vücut sıcaklığı, oksijen satürasyonu ve uyku düzeni gibi yaşamsal parametreler düzenli olarak kaydedilmekte ve analiz edilmektedir (Lu et al., 2020). Sürekli veri akışı, erken uyarı sistemlerinin devreye alınmasında kritik bir rol oynar. Özellikle kalp ritmindeki düzensizlikler veya solunum bozuklukları gibi anormal durumların tespitinde hemşireler hızlı müdahale şansı elde ederken, tedavi planlamaları da bireyselleştirilebilir. Pediatrik hastaların gelişimsel farklılıklarına uygun olarak optimize edilen veri toplama algoritmaları, yanlış alarm olasılığını en aza indirerek hemşirelerin klinik karar alma süreçlerini desteklemektedir (Guillodo et al., 2020). Giyilebilir cihazlar, aynı zamanda ebeveynlerin çocuklarının sağlık durumunu takip etmesini kolaylaştırmakta ve bakım sürecine katılımlarını artırmaktadır. Toplanan uzun süreli veriler, hemşirelerin hasta hakkında kapsamlı değerlendirme yapabilmelerine, olası komplikasyonları erken fark etmelerine ve hastalıkların uzun vadeli yönetimine ilişkin öngörüler geliştirmelerine olanak tanımaktadır (Kuwaiti et al., 2023).

3.2. Uzaktan İzlem ve Mobil Sağlık Çözümleri

Uzaktan izleme teknolojileri, hemşirelik bakımının sürekliliğini sağlamada önemli bir araç haline gelmiştir. Mobil sağlık çözümleri; cep telefonları aracılığıyla hasta verilerinin toplanmasını, iletilmesini ve analiz edilmesini mümkün kılar. Bu sistemler sayesinde hemşireler, hastaların güncel sağlık verilerini uzaktan izleyebilmekte ve gerekli durumlarda hızlıca müdahale edebilmektedir (Hilty et al., 2021). Mobil sağlık uygulamaları, özellikle beslenme takibi, ilaç kullanım uyumu ve semptom yönetimi gibi konularda pediatrik hemşirelerin bakım sürecine katkı sağlamaktadır. Mobil uygulamaların yaşa uygun tasarımı ve kullanıcı dostu arayüzlerle desteklenmesi, çocukların ve ebeveynlerin teknolojiye adaptasyonunu kolaylaştırmaktadır. Bu sistemler, özellikle kırsal bölgelerde yaşayan veya sağlık kuruluşlarına erişimi kısıtlı olan çocukların izlenmesini olanaklı kılarak sağlık hizmetlerine eşit erişimi desteklemektedir (Kelly et al., 2021).

3.3. Klinik Karar Destek Sistemleri ile Hemşirelikte Karar Alma Süreçleri

Klinik karar destek sistemleri, hasta verileri ile entegre biçimde çalışan ve algoritmalar aracılığıyla karar verme sürecini destekleyen teknolojik yapılardır. Bu sistemler, pediatrik hemşirelerin hasta verilerine dayalı daha hızlı, isabetli ve güvenli kararlar almasına olanak

sağlar. Özellikle pediatrik hastalarda yaşa özel doz hesaplamaları, alerji takibi ve gelişimsel değişkenlerin göz önünde bulundurulması bu sistemler sayesinde daha kolay ve güvenli hale gelmektedir (Meissen et al., 2022). Klinik karar destek sistemleri; mobil uygulamalar ve giyilebilir cihazlardan elde edilen verilerle entegre edilerek hemşirelere dinamik müdahale planları sunmaktadır. Hemşirelerin bu sistemlere aşinalığı, teknolojiyi etkin ve güvenli kullanmalarını sağlarken, bakım hizmetlerinin standartlaştırılmasına da katkıda bulunur. Eğitim modülleri aracılığıyla hemşirelerin teknolojik yeterlilikleri artırılmakta, bu da mesleki gelişime olumlu yansımaktadır (Zhao et al., 2022; Heintzman, 2016).

4. Bilgisayar Görüsü ve Görüntü Tabanlı Yaklaşımlar

4.1. Yatak Başı Değerlendirmeler: Yaralar, Ağrı Yüz İfadeleri ve Solunum Takibi

Bilgisayar görüsü temelli sistemler, pediatrik hastaların yatak başı değerlendirmelerinde hemşirelerin iş yükünü azaltmak ve klinik kararlara objektif veri desteği sağlamak amacıyla yaygın şekilde kullanılmaktadır. Özellikle yara takibi uygulamalarında, mobil cihazlarla uyumlu görüntüleme sistemleri sayesinde yara boyutu, doku rengi ve yüzey özellikleri yüksek doğrulukla değerlendirilebilmektedir (Cao & Wang, 2024). Bu sistemler, manuel ölçüm yöntemlerine kıyasla daha tutarlı ve tekrarlanabilir ölçümler sunarak hemşirelerin gözleme dayalı değerlendirmelerine katkı sağlamaktadır. Pediatrik hastalarda ağrının değerlendirilmesi, çocukların sınırlı sözel ifade kapasiteleri nedeniyle önemli bir klinik güçlük oluşturmaktadır. Bu noktada, bilgisayar görüsü tabanlı yüz ifadesi analiz sistemleri, ağrının objektif olarak tanımlanmasına olanak tanımaktadır. Derin öğrenme algoritmaları kullanılarak geliştirilen bu sistemler, mikro yüz ifadeleri üzerinden ağrı skorlaması yapabilmekte ve ağrı düzeyine ilişkin tahminlerde bulunabilmektedir (Akhtar, 2025; Werner et al., 2022). Benzer biçimde, solunum takibi amacıyla video analizi ile hastanın yüz ve göğüs hareketlerinden solunum hızı belirlenebilmekte; bu da invaziv olmayan ve çocuk hastalar için daha konforlu bir izlem süreci sunmaktadır (Leo et al., 2020).

4.2. Görüntü Analizi ile Komplikasyonların Önlenmesi

Görüntü analizi temelli uygulamalar, komplikasyonların erken saptanmasını sağlayarak pediatrik hemşirelik bakımında önleyici müdahalelerin zamanında gerçekleştirilmesine olanak tanımaktadır. Örneğin, yara iyileşmesi sürecinde doku rengi ve yüzey değişikliklerini tanıyabilen algoritmalar, enfeksiyon gelişimi, nekroz veya inflamatuar süreçleri erkenden tespit edebilmekte ve bu sayede proaktif hemşirelik müdahaleleri devreye alınabilmektedir (Anisuzzaman et al., 2022). Ayrıca, hastanın duygusal durumu, yüz ifadeleri veya davranışsal ipuçları üzerinden analiz edilerek; travmaya bağlı stres bozuklukları, sepsis gibi sistemik komplikasyonlar ve ağrıya bağlı sekonder belirtiler erken dönemde belirlenebilir. Bu uygulamalar, hemşirelerin rutin klinik gözlemlerini destekleyici işlev görerek bakımın daha bütüncül bir yaklaşımla yürütülmesini sağlamaktadır.

4.3. Görüntüleme Teknolojilerinde Hemşirelik Uygulamaları

Bilgisayar görüsüne dayalı görüntüleme sistemlerinin hemşirelik uygulamalarındaki rolü, yalnızca teknolojik donanımın kullanımını değil; aynı zamanda veri toplama, değerlendirme ve yorumlama süreçlerini de kapsamaktadır. Hemşireler, hastanın doğru konumlandırılması, görüntüleme cihazlarının uygulanabilir şekilde yerleştirilmesi, sistemin kalibrasyonunun sağlanması ve elde edilen verilerin anlamlandırılması gibi görevlerde aktif rol almaktadırlar (Nalaie et al., 2024). Bu teknolojilerin güvenli ve etkili kullanımında, hemşirenin sahip olduğu klinik bilgi ve sezgisel değerlendirme becerileri belirleyici olmaktadır. Eğitimli hemşirelerin bilgisayar görüsü tabanlı sistemlerde kullanıcı olarak değil; aynı zamanda bakımın niteliğini

koruyacak biçimde teknolojik aracı olarak konumlanması, pediatrik bakımın bütüncül yapısına katkı sunmaktadır. Evde bakım uygulamaları, palyatif bakım ve uzaktan izlem gibi farklı klinik ortamlarda da bu sistemlerin uygulanabilirliği hemşirelerin liderliğinde şekillenmektedir (Zamzmi et al., 2018).

5. Makine Öğrenmesi ile Hemşirelik Müdahalelerinin Kişiselleştirilmesi

Makine öğrenmesi temelli sistemler, pediatrik hemşirelik bakımında bireye özgü müdahale yaklaşımlarının geliştirilmesine olanak tanımakta ve hem hasta güvenliğini artırmakta hem de bakım hizmetlerinin daha verimli yürütülmesini sağlamaktadır. Bu teknolojiler, klinik karar süreçlerinde hemşirelere güçlü bir destek sunarak, izlem stratejilerinin hasta özelliklerine göre şekillendirilmesini mümkün kılar.

5.1. Risk Değerlendirme Algoritmaları

Makine öğrenmesi algoritmaları, pediatrik hastalara ait klinik ve demografik verileri analiz ederek enfeksiyon, komplikasyon gelişimi veya hastaneye yeniden yatış gibi riskleri önceden öngörebilmektedir. Bu sistemler, özellikle doğuştan gelen kalp hastalıkları, solunum yolu enfeksiyonları ve prematürite gibi yüksek riskli klinik durumlarda etkili biçimde kullanılmaktadır (Mohsin et al., 2023). Hasta geçmişi, laboratuvar bulguları, yaşamsal belirtiler ve çevresel faktörler gibi çok katmanlı verilerin entegrasyonu ile çalışan bu sistemler, hemşirelerin önleyici müdahale kararlarını zamanında almasına olanak tanır (Ngozi Linda Edoh et al., 2024).

5.2. Hasta Özelinde Müdahale Planlaması

Makine öğrenmesi temelli bakım planlama sistemleri, benzer klinik özellikler gösteren hastalardan elde edilen verileri analiz ederek her hasta için en uygun müdahale önerilerini sunmaktadır. Bu durum, özellikle aynı tanıya sahip fakat klinik seyri farklılaşan bireylerde, hemşirelik uygulamalarının daha hassas ve etkili hale gelmesine katkı sağlamaktadır (Li et al., 2024). Kronik hastalık yönetimi, ağrı kontrolü ve beslenme izleminde bireyselleştirilmiş yaklaşımlar, hasta yanıtına göre dinamik olarak güncellenebilmektedir. Bu yapı, hemşirelerin karar alma süreçlerini güçlendirdiği gibi, hasta deneyimini de olumlu yönde etkilemektedir (Oyebode et al., 2023).

5.3. İzlem Sıklığı ve Önceliklendirme Kararları

Pediatrik bakımda hasta yoğunluğunun yüksek olduğu klinik ortamlarda, izlem sıklığının doğru belirlenmesi ve bakım hizmetlerinin önceliklendirilmesi, hemşirelik kaynaklarının etkin kullanımı açısından kritik önem taşımaktadır. Makine öğrenmesi sistemleri, anlık hasta verilerini analiz ederek hangi hastaların daha sık izlenmesi gerektiğini veya hangi durumlara acil müdahale gerektiğini belirleyebilmektedir (Ng et al., 2022). Zaman serisi analizleri aracılığıyla hastalardaki fizyolojik değişiklikler erken dönemde saptanabilir ve hemşireler, riskli hastaları önceliklendirerek bakım planlarını güncelleyebilir (Harerimana et al., 2022). Bu süreç, hasta güvenliğini artırırken, hemşirelerin iş yükünü de etkin şekilde dengelemektedir.

6. Hemşirelik Bakım Kalitesinin İyileştirilmesi

Dijital teknolojiler, özellikle makine öğrenmesi ve bilgisayar görüsü temelli sistemler aracılığıyla hemşirelik bakım süreçlerinin niteliğini dönüştürme potansiyeline sahiptir. Pediatrik hastalara yönelik hemşirelik hizmetlerinde bu teknolojilerin entegrasyonu yalnızca klinik etkinliği artırmakla kalmayıp, aynı zamanda hasta güvenliğini, etkileşim kalitesini ve genel bakım sonuçlarını da önemli ölçüde iyileştirmektedir.

6.1. Zaman Yönetimi ve İş Yükü Optimizasyonu

Hemşirelik uygulamalarında zaman yönetimi, doğrudan bakım kalitesi üzerinde belirleyici bir etkendir. Dijital izleme sistemleri, elektronik sağlık kayıtları ve otomatik uyarı mekanizmaları sayesinde hemşirelerin manuel veri girişi ve belge yönetimine ayırdığı süre azalmakta; böylece hasta merkezli doğrudan bakım için daha fazla zaman yaratılmaktadır. Pediatrik servislerde çok sayıda hasta ile ilgilenilmesi gereken durumlarda dijital iş yükü planlayıcılar ve hasta önceliklendirme yazılımları, hemşirelerin hangi hastaya ne zaman müdahale edeceğine dair kararlarını veri temelli biçimde almalarını sağlamaktadır. Jayousi ve arkadaşları (2024), bilgi ve iletişim teknolojilerinin hemşirelik yönetiminde zaman yönetimi, görev dağılımı ve bakımın sürdürülebilirliği açısından etkili olduğunu vurgulamaktadır (Jayousi et al., 2024). Benzer şekilde, Galiano ve ekibinin (2024) gerçekleştirdiği bir derleme çalışması, dijital araçlar aracılığıyla iş yükünün analiz edilmesinin hemşire tükenmişliğini azalttığını ve insan kaynaklarının daha verimli kullanılmasına katkı sunduğunu ortaya koymuştur (Galiano et al., 2024).

6.2. Hasta Güvenliği ve Bakım Sonuçlarında İyileşme

Pediatrik hastaların fizyolojik duyarlılıkları, hemşirelik bakımında hata riskini artırmaktadır. Bu bağlamda, hasta güvenliğini artıracak önleyici dijital sistemlerin kullanımı büyük önem taşımaktadır. Dijital izleme sistemleri, elektronik sağlık kayıtlarının entegre biçimde kullanımı ve otomatik risk değerlendirme algoritmaları, olası komplikasyonların önceden tespit edilmesine olanak sağlamaktadır. Al-Shammari ve çalışma arkadaşlarının (2024) sistematik derlemesi, elektronik sağlık kayıtlarının pediatrik hemşirelikte hem hasta güvenliğini hem de bakım kalitesini artırdığını; ayrıca iletişim hatalarının azaltılmasında etkili olduğunu göstermektedir (Al-Shammari et al., 2024). Öte yandan, tele-sağlık ve evde takip sistemlerinin yaygınlaşması, komplikasyonların erken dönemde fark edilmesine ve gereksiz hastane başvurularının önlenmesine katkı sağlamaktadır (Vaismoradi et al., 2024). Hasta güvenliği yalnızca teknolojik sistemlerin mevcudiyetine değil, aynı zamanda bu sistemlerin etkin ve doğru bir şekilde uygulanmasına bağlıdır. Bu noktada hemşirelerin dijital okuryazarlık düzeyleri ve karar destek sistemlerini doğru biçimde yorumlayabilme becerileri kritik önem taşımaktadır.

6.3. Hemşire-Hasta Etkileşiminin Dijital Destekle Yeniden Şekillendirilmesi

Dijital teknolojilerin hemşirelik uygulamalarına entegrasyonu, hemşire-hasta ilişkisini yeniden tanımlamaktadır. Özellikle pediatrik hastalarda iletişim yalnızca hasta çocukla değil, bakım sürecine aktif katılımı gerekli olan aile bireyleriyle de etkili bir biçimde sürdürülmelidir. Bu kapsamda, dijital hasta portalları, mesajlaşma sistemleri ve uzaktan görüşme araçları, hem ailelerin bakım sürecine katılımını teşvik etmekte hem de hemşire ile sürekli ve etkili iletişimi mümkün kılmaktadır. Bununla birlikte, dijital sistemlerin aşırı kullanımı, hemşire-hasta etkileşiminde olumsuz etkilere yol açabilir. Özellikle elektronik sağlık kayıtları üzerinden bakım sağlanırken göz teması kurulamaması ya da empatik iletişimin azalması gibi durumlar, insani bağların zayıflamasına neden olabilmektedir. Bu nedenle, dijitalleşmenin hemşirelik bakımına entegrasyonunda yalnızca teknolojik yeterlilik değil; aynı zamanda etik duyarlılık, iletişim becerileri ve duygusal zekanın geliştirilmesi de göz önünde bulundurulmalıdır (Abd El Mongy Ismail et al., 2025).

7. Etik, Yasal ve Mesleki Sorumluluklar

Pediatrik hastalarda yapay zeka, bilgisayar görüsü ve makine öğrenmesi temelli takip uygulamalarının yaygınlaşması, yalnızca teknolojik değil, aynı zamanda etik, yasal ve mesleki

düzeyde yeni sorumluluk alanları doğurmuştur. Hemşirelik mesleğinin temel ilkeleri doğrultusunda; hasta güvenliği, veri gizliliği, etik ikilemler ve profesyonel karar alma süreçleri yeniden ele alınmalıdır.

7.1. Pediatrik Verilerin Gizliliği

Pediatrik hasta verilerinin dijital sistemler aracılığıyla işlenmesi, yaş grubu gereği hem hukuki hem de etik bakımdan daha yüksek düzeyde koruma gerektirir. Çocuklara ait verilerin toplanması, saklanması ve paylaşılması süreçlerinde hemşireler yalnızca veri yöneticisi değil; aynı zamanda mahremiyetin aktif koruyucusu konumundadır. Bu bağlamda, kimliksizleştirme uygulamaları, ebeveyn onamı, açık ve anlaşılır aydınlatma metinleri gibi konular büyük önem arz etmektedir (Ali et al., 2024). Tursynbek ve arkadaşları (2024), pediatrik hastalarda dijital sistemlerle çalışan sağlık personelinin veri güvenliği protokollerine eksiksiz uymasının etik bir zorunluluk olduğunu; aksi halde hasta güvenliğinin ciddi şekilde tehlikeye gireceğini vurgulamaktadır (Tursynbek et al., 2024).

7.2. Yapay Zekaya Dayalı Kararlarda Hemşirenin Yeri

Hemşirelerin, teknolojik karar destek sistemlerinden gelen çıktıları yorumlama, sorgulama ve nihai kararı verme süreçlerinde üstlendikleri rol, bu teknolojilerin etik temellerle uyumlu olarak uygulanmasını sağlar. Hemşirelik uygulamalarının özünde bulunan klinik sezgi, empati ve bağlamsal değerlendirme, yalnızca algoritmalar aracılığıyla ikame edilemeyecek insani boyutlar içerir. Dailah ve çalışma arkadaşları (2024), makine öğrenmesi destekli karar sistemlerinin hemşirelerin karar alma süreçlerini kolaylaştırdığını, ancak bunun hemşireleri insan değerlerinden uzaklaştırmaması gerektiğini belirtmiştir (Dailah et al., 2024). Benzer biçimde, Bekbolatova ve ekibi (2024), klinik karar destek sistemlerinin sunduğu verilerin yalnızca yönlendirici nitelikte olması gerektiğini, etik açıdan nihai sorumluluğun hala sağlık profesyonellerine ait olduğunu ifade etmektedir (Bekbolatova et al., 2024).

7.3. Etik İkilemler ve Mesleki Standartlar

Yapay zeka destekli sistemlerin hemşirelik uygulamalarına entegrasyonu, çeşitli etik ikilemleri de beraberinde getirmektedir. Örneğin, algoritmanın yönlendirmesiyle alınan bir kararın olumsuz klinik sonuç doğurması halinde sorumluluk kime aittir? Ya da hatalı veri girişi sonucunda oluşan komplikasyonlarda hemşirelik mesleğinin etik hesap verebilirlik sınırları nasıl belirlenmelidir? Bu ve benzeri sorular, hemşirelikte mesleki standartların dijitalleşme bağlamında yeniden yapılandırılmasını zorunlu kılmaktadır. Makanjee (2021), yapay zeka destekli teknolojilerin hemşire ile hasta arasındaki duygusal etkileşimi zayıflatabileceğini, bu nedenle mesleki etik ilkelerin dijital ortam koşullarında yeniden tanımlanması gerektiğini vurgulamaktadır (Makanjee, 2021).

8. Geleceğe Yönelik Perspektifler ve Araştırma Boşlukları

Yapay zeka, bilgisayar görüsü ve makine öğrenmesi gibi teknolojilerin pediatrik hemşirelik bakımına entegrasyonu, umut vadeden gelişmeler sunsa da bu sürecin önünde halen çözülmesi gereken önemli engeller ve gelişim alanları bulunmaktadır. Bu bölümde, uygulama engelleri, eğitim ihtiyaçları ve gelecek araştırma yönelimleri ele alınmaktadır.

8.1. Uygulama Engelleri ve Çözüm Önerileri

Uygulamada karşılaşılan en büyük zorluklardan biri, yapay zeka temelli sistemlerin hemşirelik iş akışlarına entegrasyonundaki karmaşıklıktır. Klinik ortamlarda sistemlerin güvenilirliği, şeffaflığı ve etik standartlara uygunluğu, özellikle pediatrik alan gibi hassas gruplarda daha büyük önem taşımaktadır. Mooghali ve arkadaşları (2023), güvenilir ve etik yapay zeka

uygulamaları için hem klinisyenlerin hem de hastaların sistemlere duyduğu güvenin artırılması gerektiğini vurgulamaktadır (Mooghali et al., 2023). Meyer ve ekibinin (2024) sistematik derlemesi, akut bakım ortamlarında kullanılan yapay zeka sistemlerinin etkili sonuçlar doğurabilmesi için hasta yolculuğunun daha iyi anlaşılması gerektiğini ortaya koymuştur (Meyer et al., 2024). Bu doğrultuda, uygulamaya yönelik çözüm önerileri arasında multidisipliner ekiplerle pilot projelerin başlatılması, sistemlerin sağlık hizmetine uygun hale getirilmesi ve hastane altyapısına entegrasyon sürecinin kademeli planlanması yer almaktadır.

8.2. Eğitim ve Mesleki Gelişim Önerileri

Hemşirelerin teknolojiye yönelik bilgi eksiklikleri, uygulamaların etkinliğini doğrudan etkileyen bir diğer faktördür. Yapay zeka destekli sistemleri kullanabilmek için hemşirelerin teknik yetkinliklerinin artırılması, hemşirelik müfredatlarına teknoloji okuryazarlığı ve etik uygulama modüllerinin eklenmesi önerilmektedir. Gray ve arkadaşlarının (2022) yaptığı araştırmada, sağlık çalışanlarına yönelik yapay zeka eğitimlerinin hemşirelerin sisteme güvenini artırdığı ve teknolojiyi daha etkili kullanmalarına yardımcı olduğu belirtilmiştir (Gray et al., 2022). Bankins ve ekibi (2024) ise kariyerin farklı evrelerindeki hemşirelerin teknolojiye karşı tutumlarının değişkenlik gösterdiğini ve bu nedenle farklı öğrenme stratejilerine ihtiyaç duyulduğunu bildirmiştir (Bankins et al., 2024).

8.3. Gelecekteki Araştırma Yönelimleri

Güncel çalışmalar, pediatrik alanda yapay zeka uygulamaları ile ilgili hala birçok boşluk olduğunu ortaya koymaktadır. Örneğin, hastaneye yatış sonrası uzun dönem sonuçların izlenmesi, yapay zeka destekli sistemlerin duygusal bakım üzerindeki etkileri veya etik ikilemler gibi konular yeterince çalışılmamıştır. Calver (2025), yapay zeka destekli yoğun bakım uygulamalarında aile katılımını artıran sistemlerin hasta sonuçları üzerindeki etkilerinin henüz tam olarak bilinmediğini belirtmiştir (Calver, 2025). Fouad ve arkadaşları (2024) ise yapay zekanın gelecekteki araştırma yönelimlerini stratejik bir çerçevede tanımlamış, özellikle kullanıcı deneyimi, karar destek sistemlerinin sürdürülebilirliği ve insan-merkezli algoritmalar üzerine çalışmaların önceliklendirilmesi gerektiğini savunmuştur (Fouad et al., 2024).

9. SONUÇ

Bu derleme çalışması, pediatrik hastalarda hemşirelik bakımının; yapay zeka, bilgisayar görüsü ve makine öğrenmesi temelli takip sistemleriyle nasıl yeniden şekillendiğini kapsamlı biçimde ortaya koymuştur. Giyilebilir teknolojilerden uzaktan izleme çözümlerine, görüntü tabanlı analizlerden kişiselleştirilmiş hemşirelik müdahalelerine kadar uzanan geniş uygulama alanı, hemşirelik bakımının dijital dönüşüm sürecine önemli katkılar sağlamaktadır. Bu teknolojiler, hemşirelerin zaman yönetimini iyileştirmekte, iş yükünü azaltmakta ve hasta güvenliği ile bakım kalitesini artırmaktadır. Çalışmada ulaşılan bulgular, hemşirelerin yalnızca veri toplayan uygulayıcılar değil; aynı zamanda karar alma süreçlerinde aktif ve sorumlu profesyoneller olduklarını göstermektedir. Ancak bu dönüşüm süreci, hem etik ikilemleri hem de mesleki sorumlulukların yeniden tanımlanması gerekliliğini beraberinde getirmektedir. Yapay zeka temelli önerilerin klinik kararların yerini alması riskine karşı, hemşirelerin teknolojiyi eleştirel ve etik temelli bir bakış açısıyla değerlendirme yeterliliğine sahip olması büyük önem taşımaktadır. Mevcut literatür, bu sistemlerin hemşirelik uygulamalarına etkili biçimde entegre edilebilmesi için üç temel ön koşulun altını çizmektedir: dijital okuryazarlık düzeyinin artırılması, etik ve yasal düzenlemelerin netleştirilmesi ve disiplinler arası iş birliğinin sistematik biçimde teşvik edilmesi. Bu çerçevede, politika yapıcıların hemşirelik eğitimi ve mesleki gelişim süreçlerini teknoloji odaklı yeniden yapılandırması; uygulayıcı hemşirelerin

ise dijital sistemleri yalnızca teknik yeterlilik temelinde değil, aynı zamanda insan merkezli bakım ilkeleriyle uyumlu biçimde entegre etmesi gerekmektedir. Pediatrik hemşirelikte yapay zeka ve ilişkili teknolojilerin sunduğu fırsatların etik, klinik ve mesleki bütünlük temelinde değerlendirilmesi, hemşirelik bakım hizmetlerinin sürdürülebilirliği ve niteliğinin artırılmasında stratejik bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır.

10. KAYNAKLAR

Abd El Mongy Ismail, B., Mamdouh Elkholy, S., Mohamed Said, R. & Said Elwakeil, E. (2025). Digital Nurse' Competencies in Relation to Patient Safety and Teamwork Communication. Egyptian Journal of Health Care, 16(1), 705–717. https://doi.org/10.21608/EJHC.2025.417311

Akhtar, Z. Bin. (2025). Exploring AI for pain research management: A deep dive investigative exploration. Journal of Pain Research and Management,; Volume 1(Issue 1):28-42, Volume 1(Issue 1), 28–42. https://doi.org/10.46439/PAINRESEARCH.1.004

Al-Shammari, M. A., Jaafar, J. S. & Elfeshawy, R. (2024). The role of electronic health records in improving pediatric nursing care: a systematic review. Egyptian Pediatric Association Gazette, 72(1), 77. https://doi.org/10.1186/s43054-024-00318-7

Ali, H., Nikberg, N. & Andersson, B. (2024). Bias in AI- driven Healthcare : Navigating Ethical Challenges at an Early Stage. https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:lnu:diva-132810

Anisuzzaman, D. M., Wang, C., Rostami, B., Gopalakrishnan, S., Niezgoda, J. & Yu, Z. (2022). Image-Based Artificial Intelligence in Wound Assessment: A Systematic Review. Https://Home.Liebertpub.Com/Wound, 11(12), 687–709. https://doi.org/10.1089/WOUND.2021.0091

Bankins, S., Jooss, S., Restubog, S. L. D., Marrone, M., Ocampo, A. C. & Shoss, M. (2024). Navigating career stages in the age of artificial intelligence: A systematic interdisciplinary review and agenda for future research. Journal of Vocational Behavior, 153, 104011. https://doi.org/10.1016/J.JVB.2024.104011

Bekbolatova, M., Mayer, J., Ong, C. W. & Toma, M. (2024). Transformative Potential of AI in Healthcare: Definitions, Applications, and Navigating the Ethical Landscape and Public Perspectives. Healthcare 2024, Vol. 12, Page 125, 12(2), 125. https://doi.org/10.3390/HEALTHCARE12020125

Calver, S. (2025). Revolutionizing Intensive Care Unit Care: A Scoping Review of Multimodal Family Engagement Technologies. Critical Care Nursing Clinics of North America, 0(0). https://doi.org/10.1016/j.cnc.2025.02.008

Cao, Y. & Wang, Y. (2024). The Impact of Artificial Intelligence and Deep Learning-based Family-centered Care Interventions on the Healing of Chronic Lower Limb Wounds in Children. IEEE Access. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3454769

Dailah, H. G., Koriri, M., Sabei, A., Kriry, T. & Zakri, M. (2024). Artificial Intelligence in Nursing: Technological Benefits to Nurse's Mental Health and Patient Care Quality. Healthcare 2024, Vol. 12, Page 2555, 12(24), 2555. https://doi.org/10.3390/HEALTHCARE12242555

Esteva, A., Chou, K., Yeung, S., Naik, N., Madani, A., Mottaghi, A., Liu, Y., Topol, E., Dean, J. & Socher, R. (2021). Deep learning-enabled medical computer vision. Npj Digital Medicine 2021 4:1, 4(1), 1–9. https://doi.org/10.1038/s41746-020-00376-2

Fouad, A. M., Salem, I. E. & Fathy, E. A. (2024). Generative AI insights in tourism and hospitality: A comprehensive review and strategic research roadmap. Tourism and Hospitality Research. https://doi.org/10.1177/14673584241293125

Galiano, M. A., Moreno Fergusson, M. E., Guerrero, W. J., Muñóz, M. F., Ortiz Basto, G. A., Cardenas Ramírez, J. S., Guevara Lozano, M. & Larraín Sundt, A. (2024). Technological innovation for workload allocation in nursing care management: an integrative review. F1000Research, 12, 104. https://doi.org/10.12688/F1000RESEARCH.125421.3

Gray, K., Slavotinek, J., Dimaguila, G. L. & Choo, D. (2022). Artificial Intelligence Education for the Health Workforce: Expert Survey of Approaches and Needs. JMIR Medical Education, 8(2), e35223. https://doi.org/10.2196/35223

Guillodo, E., Lemey, C., Simonnet, M., Walter, M., Baca-García, E., Masetti, V., Moga, S., Larsen, M., HUGOPSY Network, Ropars, J. & Berrouiguet, S. (2020). Clinical Applications of Mobile Health Wearable-Based Sleep Monitoring: Systematic Review. JMIR MHealth and UHealth, 8(4), e10733. https://doi.org/10.2196/10733

Harerimana, G., Kim, J. W. & Jang, B. (2022). A Multi-Headed Transformer Approach for Predicting the Patient's Clinical Time-Series Variables From Charted Vital Signs. IEEE Access, 10, 105993–106004. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3211334

Heintzman, N. D. (2016). A Digital Ecosystem of Diabetes Data and Technology. Journal of Diabetes Science and Technology, 10(1), 35–41. https://doi.org/10.1177/1932296815622453

Hilty, D. M., Armstrong, C. M., Edwards-Stewart, A., Gentry, M. T., Luxton, D. D. & Krupinski, E. A. (2021). Sensor, Wearable, and Remote Patient Monitoring Competencies for Clinical Care and Training: Scoping Review. Journal of Technology in Behavioral Science, 6(2), 252–277. https://doi.org/10.1007/S41347-020-00190-3/METRICS

Hoodbhoy, Z., Jeelani, S. M., Aziz, A., Habib, M. I., Iqbal, B., Akmal, W., Siddiqui, K., Hasan, B., Leeflang, M. & Das, J. K. (2021). Machine learning for child and adolescent health: A systematic review. Pediatrics, 147(1). https://doi.org/10.1542/PEDS.2020-011833/33441

Javaid, M., Haleem, A., Pratap Singh, R., Suman, R. & Rab, S. (2022). Significance of machine learning in healthcare: Features, pillars and applications. International Journal of Intelligent Networks, 3, 58–73. https://doi.org/10.1016/J.IJIN.2022.05.002

Jayousi, S., Barchielli, C., Alaimo, M., Caputo, S., Paffetti, M., Zoppi, P. & Mucchi, L. (2024). ICT in Nursing and Patient Healthcare Management: Scoping Review and Case Studies. Sensors 2024, Vol. 24, Page 3129, 24(10), 3129. https://doi.org/10.3390/S24103129

Kelly, J. T., Collins, P. F., McCamley, J., Ball, L., Roberts, S. & Campbell, K. L. (2021). Digital disruption of dietetics: are we ready? Journal of Human Nutrition and Dietetics, 34(1), 134–146. https://doi.org/10.1111/JHN.12827

Kuwaiti, A., Nazer, A. ;, Al-Reedy, K. ;, Al-Shehri, A. ;, Al-Muhanna, S. ;, Subbarayalu, A. ;, Al Muhanna, A. V. ;, Al-Muhanna, D. ;, Al Kuwaiti, A., Nazer, K., Al-Reedy, A., Al-Shehri, S., Al-Muhanna, A., Subbarayalu, A. V., Al Muhanna, D. & Al-Muhanna, F. A. (2023). A Review of the Role of Artificial Intelligence in Healthcare. Journal of Personalized Medicine 2023, Vol. 13, Page 951, 13(6), 951. https://doi.org/10.3390/JPM13060951

Leo, M., Carcagnì, P., Mazzeo, P. L., Spagnolo, P., Cazzato, D. & Distante, C. (2020). Analysis of Facial Information for Healthcare Applications: A Survey on Computer Vision-Based

Approaches. Information 2020, Vol. 11, Page 128, 11(3), 128. https://doi.org/10.3390/INFO11030128

Li, Y. H., Li, Y. L., Wei, M. Y. & Li, G. Y. (2024). Innovation and challenges of artificial intelligence technology in personalized healthcare. Scientific Reports 2024 14:1, 14(1), 1–9. https://doi.org/10.1038/s41598-024-70073-7

Lonsdale, H., Jalali, A., Ahumada, L. & Matava, C. (2020). Machine Learning and Artificial Intelligence in Pediatric Research: Current State, Future Prospects, and Examples in Perioperative and Critical Care. The Journal of Pediatrics, 221, S3–S10. https://doi.org/10.1016/J.JPEDS.2020.02.039

Lu, L., Zhang, J., Xie, Y., Gao, F., Xu, S., Wu, X. & Ye, Z. (2020). Wearable Health Devices in Health Care: Narrative Systematic Review. JMIR Mhealth Uhealth 2020;8(11):E18907 Https://Mhealth.Jmir.Org/2020/11/E18907, 8(11), e18907. https://doi.org/10.2196/18907

Makanjee, C. R. (2021). Diagnostic Medical Imaging Services with Myriads of Ethical Dilemmas in a Contemporary Healthcare Context : Is Artificial Intelligence the Solution? Medical Imaging Methods, 1–44. https://doi.org/10.1201/9781003112068-1

Martinez-Ortigosa, A., Martinez-Granados, A., Gil-Hernández, E., Rodriguez-Arrastia, M., Ropero-Padilla, C. & Roman, P. (2023). Applications of Artificial Intelligence in Nursing Care: A Systematic Review. Journal of Nursing Management, 2023(1), 3219127. https://doi.org/10.1155/2023/3219127

Matsushita, F. Y., Krebs, V. L. J. & de Carvalho, W. B. (2022). Artificial intelligence and machine learning in pediatrics and neonatology healthcare. Revista Da Associação Médica Brasileira, 68(6), 745–750. https://doi.org/10.1590/1806-9282.20220177

Meissen, H., Gong, M. N., Wong, A. K. I., Zimmerman, J. J., Nadkarni, N., Kane-Gil, S. L., Amador-Castaneda, J., Bailey, H., Brown, S. M., Depriest, A. D., Mary Eche, I., Narayan, M., Provencio, J. J., Sederstrom, N. O., Sevransky, J., Tremper, J. & Aslakson, R. A. (2022). The Future of Critical Care: Optimizing Technologies and a Learning Healthcare System to Potentiate a More Humanistic Approach to Critical Care. Critical Care Explorations, 4(3), E0659. https://doi.org/10.1097/CCE.0000000000000659

Meyer, L. M., Stead, S., Salge, T. O. & Antons, D. (2024). Artificial intelligence in acute care: A systematic review, conceptual synthesis, and research agenda. Technological Forecasting and Social Change, 206, 123568. https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2024.123568

Minh, L. H. (2024). Artificial intelligence development in sensors and computer vision for health care and automation application. 167. https://books.google.com/books/about/Artificial_Intelligence_Development_in_S.html?id=4f05EQAAQBAJ

Mohsin, S. N., Gapizov, A., Ekhator, C., Ain, N. U., Ahmad, S., Khan, M., Barker, C., Hussain, M., Malineni, J., Ramadhan, A. & Halappa Nagaraj, R. (2023). The Role of Artificial Intelligence in Prediction, Risk Stratification, and Personalized Treatment Planning for Congenital Heart Diseases. Cureus, 15(8). https://doi.org/10.7759/CUREUS.44374

Mooghali, M., Stroud, A. M., Yoo, D. W., Barry, B. A., Grimshaw, A. A., Ross, J. S., Zhu, X. & Miller, J. E. (2023). Barriers and Facilitators to Trustworthy and Ethical AI-enabled Medical Care From Patient's and Healthcare Provider's Perspectives: A Literature Review. MedRxiv, 2023.10.02.23296447. https://doi.org/10.1101/2023.10.02.23296447

Nalaie, K. ; ;, Raghu, R. ;, Ayala, I. N. ;, Busch, C. ;, Bhattacharyya, A. ;, Franco, M., Diedrich, P. ;, Pickering, D. A. ;, Bruno, A., Lindroth, H., Nalaie, K., Raghu, R., Ayala, I. N., Busch, C., Bhattacharyya, A., Franco, P. M., Diedrich, D. A., Pickering, B. W. & Herasevich, V. (2024). Applied Artificial Intelligence in Healthcare: A Review of Computer Vision Technology Application in Hospital Settings. Journal of Imaging 2024, Vol. 10, Page 81, 10(4), 81. https://doi.org/10.3390/JIMAGING10040081

Ng, Z. Q. P., Ling, L. Y. J., Chew, H. S. J. & Lau, Y. (2022). The role of artificial intelligence in enhancing clinical nursing care: A scoping review. Journal of Nursing Management, 30(8), 3654–3674. https://doi.org/10.1111/JONM.13425

Ngozi Linda Edoh, Vyvyenne Michelle Chigboh, Stephane Jean Christophe Zouo & Jeremiah Olamijuwon. (2024). Improving healthcare decision-making with predictive analytics: A conceptual approach to patient risk assessment and care optimization. International Journal of Scholarly Research in Medicine and Dentistry, 3(2), 001–010. https://doi.org/10.56781/IJSRMD.2024.3.2.0034

Olive, M. K. & Owens, G. E. (2018). Current monitoring and innovative predictive modeling to improve care in the pediatric cardiac intensive care unit. Translational Pediatrics, 7(2), 120. https://doi.org/10.21037/TP.2018.04.03

Osuji, J. C. (2024). Transforming the future of nursing care: Artificial intelligence in pediatrics autism nursing care. Journal of Nursing Reports in Clinical Practice, 3(Issue 2), 113–115. https://doi.org/10.32598/JNRCP.2406.1118

Oyebode, O., Fowles, J., Steeves, D. & Orji, R. (2023). Machine Learning Techniques in Adaptive and Personalized Systems for Health and Wellness. International Journal of Human–Computer Interaction, 39(9), 1938–1962. https://doi.org/10.1080/10447318.2022.2089085

Rony, M. K. K., Kayesh, I., Bala, S. Das, Akter, F. & Parvin, M. R. (2024). Artificial intelligence in future nursing care: Exploring perspectives of nursing professionals - A descriptive qualitative study. Heliyon, 10(4), e25718. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25718

Sandhu, S., Lin, A. L., Brajer, N., Sperling, J., Ratliff, W., Bedoya, A. D., Balu, S., O'Brien, C. & Sendak, M. P. (2020). Integrating a machine learning system into clinical workflows: Qualitative study. Journal of Medical Internet Research, 22(11), e22421. https://doi.org/10.2196/22421

Shah, N., Arshad, A., Mazer, M. B., Carroll, C. L., Shein, S. L. & Remy, K. E. (2022). The use of machine learning and artificial intelligence within pediatric critical care. Pediatric Research 2022 93:2, 93(2), 405–412. https://doi.org/10.1038/s41390-022-02380-6

Soltani, A. & Soltani, Y. (2024). Machine learning to prevent nursing mistakes in pediatric care. Journal of Nursing Reports in Clinical Practice, 3(Issue 1), 105–107. https://doi.org/10.32598/JNRCP.2404.1069

Tursynbek, A., Zhaksylykova, D., Cruz, J. P. & Balay-odao, E. M. (2024). Perspectives of Patients Regarding Artificial Intelligence and Its Application in Healthcare: A Qualitative Study. Journal of Clinical Nursing. https://doi.org/10.1111/JOCN.17584

Vaismoradi, M., Rae, J., Turunen, H. & Logan, P. A. (2024). Specialized nurses' role in ensuring patient safety within the context of telehealth in home care: A scoping review. Digital

Health, 10. https://doi.org/10.1177/20552076241287272/SUPPL_FILE/SJ-DOCX-4-DHJ-10.1177_20552076241287272.DOCX

Wangpitipanit, S., Lininger, J. & Anderson, N. (2024). Exploring the deep learning of artificial intelligence in nursing: a concept analysis with Walker and Avant's approach. BMC Nursing, 23(1), 1–10. https://doi.org/10.1186/S12912-024-02170-X/FIGURES/1

Washington, P., Kalantarian, H., Kent, J., Husic, A., Kline, A., Leblanc, E., Hou, C., Mutlu, O. C., Dunlap, K., Penev, Y., Varma, M., Stockham, N. T., Chrisman, B., Paskov, K., Sun, M. W., Jung, J.-Y., Voss, C., Haber, N. & Wall, D. P. (2022). Improved Digital Therapy for Developmental Pediatrics Using Domain-Specific Artificial Intelligence: Machine Learning Study. JMIR Pediatrics and Parenting, 5(2), e26760. https://doi.org/10.2196/26760

Werner, P., Lopez-Martinez, D., Walter, S., Al-Hamadi, A., Gruss, S. & Picard, R. W. (2022). Automatic Recognition Methods Supporting Pain Assessment: A Survey. IEEE Transactions on Affective Computing, 13(1), 530–552. https://doi.org/10.1109/TAFFC.2019.2946774

Wieben, A. M., Alreshidi, B. G., Douthit, B. J., Sileo, M., Vyas, P., Steege, L. & Gilmore-Bykovskyi, A. (2025). Nurses' perceptions of the design, implementation, and adoption of machine learning clinical decision support: A descriptive qualitative study. Journal of Nursing Scholarship, 57(1), 82–94. https://doi.org/10.1111/JNU.13001

Zamzmi, G., Kasturi, R., Goldgof, D., Zhi, R., Ashmeade, T. & Sun, Y. (2018). A Review of Automated Pain Assessment in Infants: Features, Classification Tasks, and Databases. IEEE Reviews in Biomedical Engineering, 11, 77–96. https://doi.org/10.1109/RBME.2017.2777907

Zhao, Y., Rokhani, F. Z., Sazlina, S. G., Devaraj, N. K., Su, J. & Chew, B. H. (2022). Defining the concepts of a smart nursing home and its potential technology utilities that integrate medical services and are acceptable to stakeholders: a scoping review. BMC Geriatrics 2022 22:1, 22(1), 1–34. https://doi.org/10.1186/S12877-022-03424-6

EXAMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN NURSES' ATTITUDES TOWARDS EVIDENCE-BASED NURSING AND THEIR TENDENCY TO RESIST CHANGETITLE

HEMŞİRELERİN KANITA DAYALI HEMŞİRELİĞE YÖNELİK TUTUMLARI İLE DEĞİŞİME DİRENÇ EĞİLİMLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Tuğba GÜNGÖR[1], Şenay ŞENER[2], İpek MANCAR[3]

[1] Dr. Öğr. Üyesi, Karabük Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, https://orcid.org/0000-0001-8978-1701

[2] Dr. Öğr. Üyesi, Karabük Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, https://orcid.org/0000-0002-0696-2265

[3] Hemş. Karabük Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hemşirelik Bölümü,

Özet

Kanıta dayalı uygulamalar, bilimsel araştırmalardan elde edilen kanıt düzeyinde bilginin klinik alanda uygulamaya aktarılmasıdır. Dolayısıyla eski uygulamaların yerine yenilerinin konulmasını içeren bir değişim sürecini gerektirmektedir. Değişim sürecini zorlaştıran en önemli faktörlerden biri değişime karşı gösterilen direnç eğilimidir. Değişim sürecinin sağlıklı bir şekilde tamamlanması için doğru şekilde yönetilmesi gerekir. Bu çalışma hemşirelerin değişime direnç eğilimleri ile kanıta dayalı uygulamalara yönelik tutumları arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yapıldı. Tanımlayıcı ve ilişki arayıcı tasarım tipinde yapılan çalışma bir kamu hastanesinde çalışan hemşirelerle (n=227) örneklem seçimine gidilmeden gönüllülük esasına dayalı olarak yapıldı. Veriler "Kişisel ve Mesleki Bilgi Formu" ile "Değişime Direnç Ölçeği" ve "Kanıta Dayalı Hemşireliğe Yönelik Tutum Ölçeği" kullanılarak toplandı. Veriler tanımlayıcı istatistikler, bağımsız gruplarda t testi, tek yönlü varyans analizi, pearson ve korelasyon hiyerarşik regresyon analizi ile değerlendirildi. Hemşirelerin değişime direnç eğilimleri (2,5±0,57) ile kanıta dayalı hemşireliğe yönelik tutumları (54,81±9,08) orta düzeyde bulundu. Değişime direnç eğilimi ile kanıta dayalı hemşireliğe yönelik tutum arasında negatif yönlü orta düzeyde istatistiksel açıdan anlamlı ilişki (r=-,520; p<,05) bulundu. Sonuç olarak hemşirelerin değişime direnç eğilimi arttıkça kanıta dayalı hemşireliğe yönelik tutumları olumsuz yönde değişmektedir. Kanıta dayalı hemşireliğe yönelik olumlu tutumu arttırarak bakım kalitesini arttırmak ve mesleki profesyonelliğe katkı sağlamak için değişime direnç nedenlerinin analiz edilmesi ve ortadan kaldırılması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Hemşire, Kanıta Dayalı Hemşirelik, Değişime Direnç

Abstract

Evidence-based practices are the transfer of information at the level of evidence obtained from scientific research into practice in the clinical field. Therefore, it requires a change process that involves replacing old practices with new ones. One of the most important factors that make the change process difficult is the tendency of resistance to change. To complete the change process healthily, it must be managed correctly. This study was conducted to examine the relationship between nurses' tendency to resist change and their attitudes towards evidence-

based practices. The descriptive and correlational design study was conducted with nurses (n=227) working in a public hospital voluntarily without sample selection. Data were collected using the “Personal and Occupational Information Form”, “Resistance to Change Scale” and “Attitude Toward Evidence-Based Nursing Scale”. The data were evaluated by descriptive statistics, t-tests in independent groups, one-way analysis of variance, Pearson and correlation hierarchical regression analysis. The nurses' tendency to resist change (2.5±0.57) and attitudes towards evidence-based nursing (54.81±9.08) were found to be moderate. There was a moderate statistically significant negative relationship (r=-.520; p<.05) between the tendency to resist change and the attitude toward evidence-based nursing. As a result, as nurses' tendency to resist change increases, their attitudes towards evidence-based nursing change negatively. It may be recommended to analyze and eliminate the reasons for resistance to change to increase the quality of care and contribute to professionalism by increasing the positive attitude towards evidence-based nursing.

Keywords: Nurse, Evidence-Based Nursing, Resistance to Change

DETERMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN INDIVIDUAL INNOVATIVE CHARACTERISTICS OF NURSES AND THEIR ATTITUDES TOWARDS ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A CROSS-SECTIONAL STUDY

HEMŞİRELERİN BİREYSEL YENİLİKÇİ ÖZELLİKLERİ İLE YAPAY ZEKAYA YÖNELİK TUTUMLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN BELİRLENMESİ: KESİTSEL BİR ÇALIŞMA

Şenay ŞENER[1], Tuğba GÜNGÖR[2], Sibel TAŞDELEN[3]

[1] Dr. Öğr. Üyesi, Karabük Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, https://orcid.org/0000-0002-0696-2265

[2] Dr. Öğr. Üyesi, Karabük Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, https://orcid.org/0000-0001-8978-1701

[3] Hemş. Karabük Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hemşirelik Bölümü,

Özet

Günümüz dünyasında bilimsel bilginin önemi artmakta ve sağlık bakım uygulamaları hızla ve sürekli değişmektedir. Kaliteli sağlık hizmeti sunabilmek için yenilikçiliğin bir davranış haline getirilmesi önemlidir. Bu çalışmanın amacı, hemşirelerin bireysel yenilikçilik özellikleri ile yapay zekaya yönelik tutumları arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktır. Bu çalışma, tanımlayıcı, kesitsel ve ilişki arayıcı tipte planlanandı. İstatistiksel yöntem olarak ortalama, standart sapma, sayı ve yüzdelikler değerlendirildi. Verilerin karşılaştırılmasında ise; bağımsız gruplarda t-testi, tek yönlü varyans analizi, pearson korelasyon ve hiyerarşik regresyon analizi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi olarak p<.05 alındı. Hemşirelerin bireysel yenilikçi özellikleri (HBYÖ) ile yapay zekaya yönelik tutumları (YZYTÖ) arasında orta düzeyde ilişki bulunduğu belirlendi (r=0.438;p<0,05). HBYÖ alt boyutlarından fikir önderliği (r=0.361;p<0,001), değişime direnç (r=0,306;p=0,001) ve risk alma (r=0,422, p<0,001) ile yapay zekaya yönelik tutum ölçeği arasında orta düzey ilişki bulundu (r=4,38;p<0,001). Yapılan regresyon analizine göre, HBYÖ genel ölçek puanı tek başına YZYTÖ'nün toplam puanının %19'unu açıkladığı belirlendi (R2:0,189). Sonuç olarak hemşirelerin bireysel yenilikçi özellikleri ile yapay zekaya yönelik tutumları arasında orta düzeyde bir ilişki belirlendi. Yenilikçi sağlık çözümleri, kaliteli sağlık bakım hizmeti sunumu ve hasta memnuniyeti açısından hemşirelerin yenilikçilik davranışları ile yapay zekaya yönelik tutumlarının araştırılması, olumlu tutum geliştirmeye yönelik eğitimler planlanması ve hemşirelerin bu konularda desteklenmesi önemli görülmektedir. Ayrıca hemşirelik müfredatlarına yenilikçiliğe ve yapay zekaya yönelik eğitimlerin de eklenmesi önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Hemşirelik, Bireysel Yenilikçilik, İnovasyon, Yapay Zeka

Abstract

In today's world, the importance of scientific knowledge is increasing and health care practices are changing rapidly and continuously. It is important to turn innovation into a behavior to provide quality health care. This study aims to reveal the relationship between nurses' innovativeness and their attitudes towards artificial intelligence. This study was planned as a

descriptive, cross-sectional and correlational study. Mean, standard deviation, number and percentages were used as statistical methods. Independent samples t-test, one-way analysis of variance, Pearson correlation and hierarchical regression analysis were used to compare the data. p< .05 was taken as the level of statistical significance. It was determined that there was a moderate relationship between nurses' Innovativeness Scale (IIS) and their General Attitudes toward Artificial Intelligence Scale (GAAIS) (r=0.438; p<;0.05). There was a moderate correlation between the sub-dimensions of IIS such as idea leadership (r=0.361; p<;0.001), resistance to change (r=0.306;p=0.001) and risk-taking (r=0.422, p<;0.001) and attitude towards artificial intelligence scale (r=4.38;p<;0.001). According to the regression analysis, it was determined that the IIS general scale score alone explained 19% of the total score of the GAAIS (R2: 0.189). As a result, it was determined that there was a moderate relationship between nurses' innovative characteristics and their attitudes toward artificial intelligence. A moderate relationship was determined between nurses' innovative characteristics and their attitudes toward artificial intelligence. In terms of innovative health solutions, quality healthcare service delivery and patient satisfaction, it is important to investigate nurses' innovation behaviors and attitudes towards artificial intelligence, to plan training to develop positive attitudes and to support nurses. In addition, it may be recommended to include training on innovation and artificial intelligence in nursing curricula.

Keywords: Nursing, Individual Innovation, Innovation, Artificial Intelligence

UTILIZING CHAT-GPT WHILE PREPARING A NURSING CARE PLAN FOR MULTIPLE SCLEROSIS DISEASE

MULTİPLE SKLEROZ HASTALIĞI İLE İLGİLİ HEMŞİRELİK BAKIM PLANI HAZIRLARKEN CHAT-GPT'DEN FAYDALANMAK

Zehra ÇAKIR[1], Mücahide GÖKÇEN GÖKALP[2]

[1]Yüksek Lisans Öğrencisi, Amasya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hemşirelik Bölümü/Hemşirelik Esasları Anabilim Dalı, 0000-0001-8217-1986

[2]Dr. Öğr. Üyesi, Amasya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hemşirelik Bölümü/Hemşirelik Esasları Anabilim Dalı, 0000-0002-3790-7875

Özet:

Amaç: Üretken Ön İşlemeli Dönüştürücü'nün (Chat Generative Pre-trained Transformer (ChatGPT)) oluşturduğu hemşirelik bakım planının kalitesi değerlendirilmiştir.

Gereç ve Yöntemler: Prof. Dr. Sevilay Şenol Çelik ve Prof. Dr. Ayişe Karadağ'ın Hemşirelik Bakım Planları: Tanılar, Girişimler ve Sonuçlar adlı kitabında Multiple Skleroz (MS) hastalığıyla alakalı örnek hemşirelik bakım planına ait hasta vakası, ChatGPT'ye tanıtılmıştır. ChatGPT'nin oluşturduğu bakım planı, hemşirelik bakım planı örneğine ve NANDA hemşirelik tanılarına göre değerlendirilmiştir.

Bulgular: ChatGPT, hemşirelik bakım planındaki basamakları doğru açıklamıştır. ChatGPT hemşirelik bakım planının içermesi gereken altı farklı ihtiyaç türünden bahsetmiştir. Ayrıca on iki farklı hemşirelik tanısı (Fiziksel Mobilitede Bozulma, Düşme Riski, Anksiyete, Stresle Başa Çıkmada Yetersizlik, Beslenme ve Elektrolit Dengesinde Bozulma, Uyku Düzeninde Bozulma, Boşaltım İşlevinde Bozulma (Konstipasyon), Kendine Bakımda Yetersizlik, Cilt Bütünlüğünün Bozulma Riski, Sosyal İzolasyon ve Rol Kaybı, Cinsel İşlevde Bozulma, Kardiyovasküler Sağlıkta Bozulma Riski) oluşturabilmiştir. ChatGPT, hastaya bazı tanıları (Ağrı: Motor güçsüzlük ve kas spazmı ile ilişkili) koymakta yetersiz kalmıştır. Fakat aynı zamanda örnek bakım planında bulunmayan tanılara (Anksiyete, Stresle Başa Çıkmada Yetersizlik, Beslenme ve Elektrolit Dengesinde Bozulma, Uyku Düzeninde Bozulma, Cilt Bütünlüğünün Bozulma Riski, Kardiyovasküler Sağlıkta Bozulma Riski) yer vermiştir.

Sonuç: ChatGPT, doğru yönergeler yazıldığında MS hastasının bütün ihtiyaçlarını kapsayan bir hemşirelik bakım planı oluşturabilir. ChatGPT'nin oluşturduğu hemşirelik bakım planı hemşirelik öğrencilerinin eğitiminde ve sağlık hizmetlerinde destekleyici olarak kullanılabilir. Ancak ChatGPT'nin hemşirelik bakım planı oluşturmada kullanılması için daha fazla çalışmaya ihtiyacı vardır.

Anahtar kelimeler: Chatgpt, hemşirelik süreci, multiple skleroz, yapay zeka.

Abstract

Objective: The quality of the formal maintenance plan created for the Chat Generative Pre-trained Transformer (ChatGPT) was evaluated.

Materials and Methods: Prof. Dr. Sevilay Şenol Çelik and Prof. Dr. In Ayişe Karadağ's book, Nursing Care Plans: Diagnoses, Interventions and Results, a patient case of a sample nursing care plan related to Multiple Sclerosis disease has been introduced to ChatGPT. The care plan created by ChatGPT was evaluated according to the nursing care plan sample and NANDA nursing diagnoses.

Results: ChatGPT explained the steps in the nursing care plan correctly. ChatGPT mentioned 6 different types of needs that the nursing care plan should include. It was also able to create twelve different nursing diagnoses (Impaired Physical Mobility, Fall Risk, Anxiety, Inability to Cope with Stress, Impaired Nutrition and Electrolyte Balance, Impaired Sleep Pattern, Impaired Excretory Function (Constipation), Inadequate Self-Care, Risk of Impaired Skin Integrity, Social Isolation and Loss of Role, Impaired Sexual Function, Risk of Impaired Cardiovascular Health). ChatGPT was insufficient to make some diagnoses for the patient (Pain: Associated with motor weakness and muscle spasm). However, it also included diagnoses that were not included in the sample care plan (Anxiety, Inability to Cope with Stress, Disturbance in Nutrition and Electrolyte Balance, Disturbance in Sleep Patterns, Risk of Impairment of Skin Integrity, Risk of Impairment in Cardiovascular Health).

Conclusion: ChatGPT can create a nursing care plan that covers all the needs of the MS patient when the correct instructions are written. The nursing care plan created by ChatGPT can be used to support the education of nursing students and health services. However, ChatGPT needs further study to be used in creating nursing care plans.

Keywords: ChatGPT, nursing process, multiple sclerosis, artificial intelligence.

PERCEIVED STIGMA, AND QUALITY OF LIFE IN EPILEPSY PATIENTS: A CLINICAL STUDY

EPİLEPSİ HASTALARINDA ALGILANAN DAMGALAMA VE YAŞAM KALİTESİ: KLİNİK BİR ÇALIŞMA

Hülya Ertekin[1], Selma Aksoy[2], Ahmet Ardıç[3]

[1]Doçent, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Tıp Fakültesi, Psikiyatri Anabilim Dalı

ORCID: 0000-0003-4787-5333

[2]Dr. Öğretim Üyesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroloji Anabilim Dalı

ORCID: 0000-0002-5302-0481

[3]Asistan Dr., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroloji Anabilim Dalı, ORCID: 0009-0005-4517-2628

Özet

Amaç: Epilepsi hastalarında yaşam kalitesi fiziksel, ruhsal, sosyal ilişkiler ve genel yaşam memnuniyeti gibi birçok faktörle ilişkilidir. Algılanan Epilezi İlişkili Stigma (PEAS), yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyen faktörler üzerinde ciddi etkilere sahip olabilir. Bu çalışmanın amacı epilepsi hastalarında algılanan epilezi ilişkili damgalanma ile yaşam kalitesi ve ilişkili psikolojik sosyodemografik faktörler arasındaki ilişkiyi belirlemektir.

Yöntem: Bu çalışmaya toplam 60 epilepsi hastası dahil edildi. Değerlendirmeler için sosyodemografik veri formu, Epilepsi Stigma Ölçeği (SSE), Epilepsi Yaşam Kalitesi Envanteri-31 (QOLEI-31), Beck Depresyon Envanteri, Beck Anksiyete Envanteri uygulandı.

Bulgular: Çalışmamıza toplam 53 epilepsi hastası dahil edildi. SSE puanlarına göre, hastaların %33,96'sında (n=18) algılanan epilepsiyle ilişkili damgalanma (PEAS) tespit edildi. BDI puanı, öznel yaşam kalitesi değerlendirme puanı ve toplam QOLEI-31 puanı, algılanan damgalanma yaşayan hastalarda anlamlı derecede daha yüksekti (sırasıyla; p=0,02, p=0,03, p=≤0,01).

Sonuç: Çalışmamız, epilepsili bireylerin depresyon ve anksiyete düzeylerinin, nöbet algısının ve toplam yaşam kalitesinin algılanan damgalanmayla ilişkili önemli faktörler olduğunu gösterdi.

Anahtar sözcükler: Algılanan damgalanma, Anksiyete, Depresyon, Epilepsi, Yaşam Kalitesi

Abstract

Aim: Quality of life is related to many factors such as physical, mental, social relationships and general life satisfaction in epilepsy patients. Perceived Epilesy Associated Stigma (PEAS**)** can have serious effects on factors that significantly affect quality of life. The aim of this study was to determine the relationship between perceived perceived epilesy -associated stigma and quality of life in patients with epilepsy and the associated psychological sociodemographic factors.

Methods: A total of 60 patients with epilepsy were enrolled in this study. Sociodemographic data form, The Stigma Scale of Epilepsy (SSE), The Quality of Life in Epilepsy Inventory-31 (QOLEI-31) Beck Depression Inventory, Beck Anxiety Inventory were performed for the assesments.

Results: A total of 53 epilepsy patients were included in our study. Based on the SSE scores, perceived epilepsy-associated stigma (PEAS) was identified in 33.96% (n=18) of the patients. The BDI score, subjective quality of life assessment score, and total QOLEI-31 score were significantly higher in patients experiencing perceived stigma (respectively; p=0.02, p=0.03, p=≤0.01).

Coclusion: Our study showed that depression and anxiety levels, seizure perception, and total quality of life of individuals with epilepsy are important factors related to perceived stigma.

Key words: Anxiety, Depression, Epilepsy, Perceived stigma, Quality of Life

1. GİRİŞ

Epilepsi, bireylerin yaşam kalitesini öncelikle fiziksel ve ruhsal olmak üzere etkileyen, sosyal boyutları da olan kronik bir nörolojik hastalıktır. Epilepsi çoğunlukla üreme çağında görülür ve eşlik eden komorbid durumlar nedeniyle ciddi ailevi, sosyal ve ekonomik sorunlara neden olur. Hastalık, toplumdaki bilgi eksikliği veya yetersizliği ve yanlış inançlar nedeniyle damgalanma riski taşır. Epilepsi hastalarında yaşam kalitesi fiziksel, ruhsal, sosyal ilişkiler ve genel yaşam memnuniyeti gibi birçok faktörle ilişkilidir. Algılanan Epilezi İlişkili Stigma (PEAS), yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyen faktörler üzerinde ciddi etkilere sahip olabilir. Nöbetleri kontrol etmeyi ve tedavi yan etkileriyle başa çıkmayı zorlaştırabilir, depresyon ve anksiyete gibi ruhsal hastalıkları tetikleyebilir, sosyal izolasyona, yalnızlığa ve dışlanmaya neden olabilir, eğitim faaliyetlerine katılımı engelleyebilir, iş ve ekonomik sorunları tetikleyebilir (Ay, 2017; Demirel, 2020).

Bu çalışmanın amacı epilepsili hastalarda algılanan epilepsi ilişkili damgalanma ile yaşam kalitesi arasındaki ilişkiyi ve ilişkili psikolojik sosyodemografik faktörleri belirlemektir.

2. YÖNTEM

Bu çalışma çin Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan (KararNo:2022-172) onam alındı.

Çalışmaya toplam 60 epilepsi hastası dahil edildi. Sosyodemografik veri formu, Epilepsi Damgalama Ölçeği (SSE), Epilepsi Yaşam Kalitesi Envanteri-31 (QOLEI-31), Beck Depresyon Envanteri, Beck Anksiyete Envanteri değerlendirmeler için kullanıldı. SSE, katılımcıların epilezi ile ilişkili damgalama duygularını değerlendirmek için kullanıldı. Mümkün olan en düşük puan 35, en yüksek puan 110'dur, ölçeğin kesme puanı 50'dir. QOLEI-31, 7 alt boyuttan oluşmaktadır; nöbetle ilişkili endişeler (5 madde), duygusal iyilik hali (5 madde), enerji/yorgunluk (4 madde), sosyal işlev (5 madde), bilişsel işlev (6 madde), ilaçların etkileri (3 madde), toplam yaşam kalitesi (2 madde) ve toplam sağlık durumunu değerlendiren ek bir madde, toplam 31 madde.

İstatistiksel analiz

Elde edilen veriler SPSS paket program 19.0 sürümü ile analiz edildi. Demografik verilerin sunumunda sayı, yüzde, ortalama, standart sapma, ortanca, minimum, maksimum kullanıldı. Kategorik verilerin karşılaştırmasında Ki-Kare Testi kullanıldı. Sürekli değişken

karşılaştırmasında Student t Testi kullanıldı. Değişkenler arası korelasyon Pearson Korelasyon Analizi ile değerlendirildi. İstatistiksel anlamlılık için $p<0,05$ kabul edildi.

3. BULGULAR

Çalışmamıza toplam 60 epilepsi hastası dahil edildi. Ancak 7 hasta SSE ölçeğini eksik doldurduğu için çalışma dışı bırakıldı. Sonuç olarak çalışma örneklemi 53 hastadan oluştu. SSE puanlarına göre hastaların %33,96'sında (n=18) algılanan epilepsi ile ilişkili damgalanma (PEAS) belirlendi. Algılanan damgalanma olan ve olmayan hastalar arasında demografik özellikler ve epilepsi ile ilişkili faktörler (hastalık süresi, nöbet tipi, nöbet sıklığı, ilaç kullanımı, polifarmakoterapi) açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı. Ancak algılanan damgalanma yaşayan hastalarda BDI puanı, öznel yaşam kalitesi değerlendirme puanı ve toplam QOLEI-31 puanı anlamlı şekilde daha yüksekti (sırasıyla; $p=0,02$, $p=0,03$, $p=\leq0,01$). SSE skorları ile BDI ve BAI skorları arasında anlamlı pozitif korelasyonlar (sırasıyla; $p=0,03$, $r=0,29$; $p\leq0,01$, $r=0,51$) ve QOLEI-31 nöbet algısı alt ölçek skoru ve toplam QOLEI-31 skoru arasında negatif korelasyonlar (sırasıyla; $p=0,03$, $r=-0,32$; $p\leq0,01$, $r=-0,61$) bulundu.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Çalışmamız sonucunda epilepsi hastalarının üçte biri PEAS yaşadıklarını bildirmişti. Ülkemizde yapılan çalışmalarda epilepsi hastalarında benzer PEAS sonuçları saptanmıştır. Dünyanın farklı bölgelerinde bu oranlar değişkenlik göstermektedir, Avrupa ve Amerika'da daha düşük, Afrika ülkelerinde daha yüksek PEAS düzeyleri mevcuttur (Boling, 2018; Mayor, 2022). Oransal farklar sosyoekonomik faktörlerin, eğitim düzeyinin, kültürel inanışların stigma üzerindeki etkisini göstermektedir.

Çalışmamıza dahil edilen hastaların demografik bulguları ve hastalıkla ilişkili faktörler olan nöbet sıklığı, nöbet çeşidi, hastalık süresi ve kullanılan ilaçlarla; PEAS puanları arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı. Yapılan bazı çalışmalarda sık nöbet geçiren, hastalık süresi fazla olan, generalize tonik klonik nöbet geçiren hastaların daha yüksek PEAS yaşadıkları bildirilmektedir (Shi, 2017). (Yıldırım Nöbet ve ilişkili faktörlerin PEAS' la ilişkili olarak bulunmamış olması; hastaların tedavi altında olması ile açıklanabilir.

Epilepsi hastalarında depresyon ve anksiyete belirtilerinin oldukça sık olarak görüldüğü bilinmektedir. Depresyon ve anksiyete belirtileri hastaların yaşamlarındaki birçok alanı olumsuz etkiler, olayları olumsuz algılamalarına, bireysel ve sosyal alanlarda daha hassas ve alıngan olmalarına sebep olur. Kronik hastalığı olan bireylerdeki depresyon ve anksiyete belirtileri; tedavi uyumu, tedavi yanıtı, yaşam kalitesi ve işlevselliklerini bozar (Yıldırım, 2018) Çalışmamız sonucunda PEAS yaşantılayan hastaların depresyon ve anksiyete düzeylerinin daha yüksek olduğu tespit edildi. Epilepsi hastalarında PEAS araştıran birçok çalışma çalışmamızla uyumlu olarak depresyon ve anksiyete düzeylerinin PEAS'ı kötüleştirdiğini göstermiştir.

Çalışmamızın önemli sonuçlarından biri de PEAS yaşantılayan hastaların toplam yaşam kalitesi düzeylerinin PEAS yaşamayanlardan daha düşük olmasıydı. Yapılan çalışmalar epilepsi hastalarının yaşam kalitesinin sağlıklı bireylerden daha düşük olduğunu göstermiştir (Mayor, 2022). Nöbetle ilişkili faktörler, kullanılan ilaçlar, eşlik eden tıbbi ve psikiyatrik durumlar, ailesel ve sosyal alanlarda yaşanılan sorunlar bu hastalarda yaşam kalitesini bozan faktörlerdendir. Çalışmamız PEAS yaşantılayan hastaların toplam yaşam kalitesi düzeylerinin PEAS yaşamayanlardan daha düşük olduğunu gösterdi.

Yaptığımız korelasyon analizinde PEAS puanı ile ilişkili faktörler değerlendirildiğinde; depresyon, anksiyete puanları ile pozitif yönde, yaşam kalitesi alt ölçeklerinden olan nöbet algısı ve toplam yaşam kalitesi puanı ile negatif yönde bir ilişki saptandı. Nöbet geçirmekle

ilgili kaygı ve inanışların stigma için önemli bir parametre olması beklenir bir sonuçtu, çalışmamız bu sonucu onaylar niteliktedir

Toplam yaşam kalitesi puanlanmasında hastaların öznel sağlık durumu değerlendirmesi puanlamayı etkileyen önemli bir parametredir. Öznel sağlık durumunu olumsuz olarak değerlendiren hastaların daha fazla PEAS yaşantıladıkları görülmektedir. Depresyon ve anksiyete düzeylerinin yüksek olması sağlık durumlarını olumsuz algılamalarına ve yaşam kalitelerinin düşmesine, bu da daha fazla PEAS yaşamalarına sebep olmuş olabilir.

Çalışmamızın bazı kısıtlılıkları mevcuttu. Katılımcı sayısının düşük olması bulguların genelleştirilmesini güçleştirebilir. Ölçeklerin self bildirime dayalı olması, kesitsel değerlendirme yapılmış olması, yaşam kalitesi ölçeğinin kesme puanının olmaması bu çalışmanın diğer kısıtlılıkları olarak sayılabilir.

Sonuç olarak PEAS epilepsi hastalarının yaşamlarını kısıtlayan biyo-psiko-sosyal alanlarda tam bir iyilik halinde olmalarına engel olabilecek önemli bir sorundur. Epilepsi hastaları değerlendirilirken nöbet ve ilişkili sorunlar dışında, hastaların ruhsal açıdan değerlendirilmesi, gerektiğinde tedavi için yönlendirilmeleri hem yaşam kalitelerini hem de PEAS riskini azaltabilecek önemli bileşenlerdir. Epilepsi hastalarında PEAS için gelecekte daha fazla katılımcının dahil edildiği çok merkezli, komorbid psikiyatrik durumlar başta olmak üzere daha fazla ruhsal bileşenin değerlendirildiği çalışmalar bu konuda cevaplanmamış sorulara ışık tutabilir.

5. KAYNAKLAR

Ay, R. (2017). Epilepsi ve damgalanma: Bir gözden geçirme. *Klinik psikiyatri*, *20*, 129-136.

Boling, W., Means, M., & Fletcher, A. (2018). Quality of life and stigma in epilepsy, perspectives from selected regions of Asia and Sub-Saharan Africa. *Brain sciences*, *8*(4), 59.

Demirel, U., & Okcin, F. (2020). Epilepsi ve Stigma•. *Koç Üniv Hemşirelik Eğitim Araşt Derg*, *17*(4), 378-382.

Mayor, R., Gunn, S., Reuber, M., & Simpson, J. (2022). Experiences of stigma in people with epilepsy: A meta-synthesis of qualitative evidence. *Seizure*, *94*, 142-160.

Shi, Y., Wang, S., Ying, J., Zhang, M., Liu, P., Zhang, H., & Sun, J. (2017). Correlates of perceived stigma for people living with epilepsy: a meta-analysis. *Epilepsy & Behavior*, *70*, 198-203.

Tombini, M., Assenza, G., Quintiliani, L., Ricci, L., Lanzone, J., & Di Lazzaro, V. (2021). Epilepsy and quality of life: what does really matter?. *Neurological Sciences*, 1-9.

Yıldırım, Z., Ertem, D. H., Dirican, A. C., & Baybaş, S. (2018). Stigma accounts for depression in patients with epilepsy. *Epilepsy & Behavior*, *78*, 1-6.

BAKED GOODS: TRENDS VS FLOPS

Nurbatrisyia Shariff & Matilda David

Keningau Vocational College

Abstract

In the age of social media, certain baked goods quickly rise to fame while others struggle to gain attention. This presentation explores the key factors that contribute to the viral success or failure of pastries, focusing on elements such as social media influence, visual appeal, taste, texture, and accessibility. While aesthetically pleasing and innovative treats like the Croffle gain widespread popularity, others, such as the Raindrop Cake, fade due to lack of flavor, impracticality, or overhyped trends. Through case studies of successful and unsuccessful bakery items, this research analyzes how consumer behavior, influencer marketing, and food presentation impact the baking industry. Additionally, the role of affordability, ease of preparation, and adaptability in different markets is discussed, emphasizing why some trends sustain long-term popularity while others decline rapidly. By identifying these patterns, pastry students and professionals can anticipate and create innovative products that align with market demand. This study provides valuable insights into how bakeries and aspiring pastry chefs can leverage consumer psychology and social media to maximize the success of their creations. Ultimately, understanding the science behind bakery trends helps industry players navigate the competitive food market and craft pastries that not only look good but also leave a lasting impression.

Keywords:
Viral pastries, baking trends, consumer behavior, social media influence, pastry innovation, food marketing, bakery success

SUSTAINABLE SEATING: A STOOL MADE FROM PLASTIC BOTTLES, FABRIC WASTE, AND RECYCLED MATERIALS

Jesslinda Had Keneddy, Chin Fui Yee, Venisia Maures, Vienny Balakrishnan, Cecelia Japanis, Mardhiah Moktar

Keningau Vocational College

Abstract:
With the growing concern over environmental sustainability, innovative approaches to waste management have become essential. This presentation explores the design and development of a stool made from repurposed plastic bottles, fabric waste, and other discarded materials. By utilizing recyclable and upcycled components, this eco-friendly furniture piece promotes waste reduction while offering a functional and aesthetically pleasing solution. The study highlights the structural integrity, durability, and practicality of the stool, examining how different waste materials contribute to its strength and comfort. Additionally, the process of assembling the stool—including material selection, binding techniques, and finishing—demonstrates how sustainable design can be both cost-effective and innovative. The potential applications of this project range from household use to eco-conscious furniture production, inspiring creative ways to repurpose waste into useful products. This presentation advocates for sustainability in furniture design and encourages wider adoption of recycled materials in everyday items.

Keywords:
Sustainable furniture, upcycling, plastic bottle stool, recycled materials, eco-friendly design, waste reduction, green innovation

THE IMPACT OF CARTOONS: ENTERTAINMENT, EDUCATION, AND CULTURAL INFLUENCE

Daphne Gerald Jalis

Keningau Vocational College

Abstract:
Cartoons have long been a significant part of popular culture, shaping childhood experiences and influencing audiences of all ages. This presentation explores the role of cartoons as both a form of entertainment and an educational tool. From traditional hand-drawn animation to modern CGI productions, cartoons have evolved alongside advancements in technology, allowing for richer storytelling and global reach. The study highlights how cartoons can enhance creativity, teach moral values, and serve as a platform for cultural representation. Additionally, the influence of animated characters and narratives on children's behavior, social development, and learning is examined. The presentation also discusses the growing impact of animated content on adults, including satirical cartoons and anime. While cartoons bring joy and inspiration, concerns regarding stereotypes, excessive screen time, and age-appropriate content are also considered. By understanding the impact of cartoons, this presentation emphasizes their role in entertainment, education, and cultural exchange.

Keywords:
Cartoons, animation, entertainment, education, cultural influence, childhood development, animated storytelling

THE ART AND BENEFITS OF PEDICURE: FOOT CARE, BEAUTY, AND WELLNESS

Nur Nadia Natasya Ahmad Zainul Arifin

Keningau Vocatonal College

Abstract:
A pedicure is more than just a beauty treatment—it is an essential aspect of foot care that promotes hygiene, relaxation, and overall well-being. This presentation explores the significance of pedicures, from enhancing the appearance of feet to preventing common foot problems such as calluses, cracked heels, and nail infections. The process of a professional pedicure, including exfoliation, nail trimming, cuticle care, and moisturizing, is discussed, highlighting its benefits in maintaining healthy feet. Additionally, the therapeutic effects of pedicures, such as stress relief and improved circulation through massage techniques, are examined. The study also touches on different types of pedicures, including spa pedicures, gel polish treatments, and medical pedicures designed for individuals with specific foot conditions. Furthermore, hygiene and safety considerations in nail salons are addressed, emphasizing the importance of proper sanitization to prevent infections. By understanding the benefits of pedicures, individuals can incorporate foot care into their self-care routines for both aesthetic and health purposes.

Keywords:
Pedicure, foot care, nail treatment, beauty, hygiene, relaxation, wellness, self-care

CATS AS PETS: COMPANIONSHIP, HEALTH BENEFITS, AND RESPONSIBLE CARE

Syendy Ely Chua

Keningau Vocational College

Abstract:
Cats are among the most popular pets worldwide, known for their independent yet affectionate nature. This presentation explores the benefits of having cats as pets, including their role as loving companions, their ability to reduce stress, and their contribution to mental well-being. Studies have shown that interacting with cats can lower blood pressure, ease anxiety, and provide emotional comfort. Additionally, cats require relatively low maintenance compared to other pets, making them ideal for various lifestyles. The presentation also covers responsible pet ownership, including proper nutrition, healthcare, grooming, and creating a stimulating environment for feline well-being. Furthermore, common misconceptions about cats, such as their aloofness or inability to form strong bonds with humans, are addressed. The discussion extends to the importance of adopting shelter cats and promoting ethical pet care. By understanding the joys and responsibilities of having a cat, individuals can provide a loving and healthy home for these beloved companions.

Keywords:
Cats, pet care, animal companionship, mental well-being, stress relief, responsible pet ownership, feline behavior

BODY GOALS FOR WOMEN: HEALTH, CONFIDENCE, AND SUSTAINABLE FITNESS

Subathra Patrick

Keningau Vocational College

Abstract:
The concept of "body goals" for women has evolved beyond aesthetics to encompass overall health, strength, and confidence. This presentation explores the importance of setting realistic and sustainable body goals that prioritize well-being over societal pressures. It examines the role of balanced nutrition, regular exercise, and mental resilience in achieving and maintaining a healthy body. Various fitness approaches, including strength training, yoga, and cardio, are discussed, along with their benefits for different body types and lifestyles. Additionally, the influence of social media on body image and self-esteem is analyzed, highlighting the need for body positivity and self-acceptance. The presentation also addresses common misconceptions about female fitness, such as the fear of "bulking up" and the importance of strength training for women. By promoting a holistic approach to body goals, this presentation encourages women to embrace their unique physiques, build confidence, and focus on long-term health rather than unrealistic beauty standards.

Keywords:
Body goals, women's health, fitness, self-confidence, body positivity, strength training, nutrition, mental well-being

THE RICHNESS OF CHINESE CUISINE: TRADITION, FLAVOR, AND CULTURAL SIGNIFICANCE

Brenda Woo Yen Nie

Keningau Vocational College

Abstract:
Chinese cuisine is one of the most diverse and influential culinary traditions in the world, deeply rooted in history, culture, and regional diversity. This presentation explores the fundamental elements of Chinese food, including the balance of flavors, traditional cooking techniques, and the philosophy of yin and yang in meal preparation. With eight major regional cuisines—such as Cantonese, Sichuan, Hunan, and Fujian—Chinese food offers a variety of tastes, from spicy and bold to light and aromatic. The study highlights the importance of staple ingredients such as rice, noodles, soy sauce, and tea, as well as the role of food in Chinese celebrations, symbolism, and family gatherings. Additionally, the influence of Chinese cuisine on global food culture, including its adaptation in different countries, is discussed. Challenges in preserving authentic flavors amid modernization and fast-food trends are also examined. By understanding the cultural and historical significance of Chinese food, this presentation aims to promote appreciation for its artistry, tradition, and evolving global presence.

Keywords:
Chinese cuisine, traditional food, regional flavors, culinary culture, food symbolism, global influence, cooking techniques

VISUAL ARTS: EXPRESSING CREATIVITY, CULTURE, AND HUMAN EXPERIENCE

Mary Magdeline Uding Terrence

Keningau Vocational College

Abstract:
Visual arts serve as a powerful medium for self-expression, storytelling, and cultural preservation. This presentation explores the significance of visual arts in shaping human perception, evoking emotions, and reflecting societal values. Encompassing painting, sculpture, photography, digital art, and mixed media, visual arts have evolved alongside technological advancements, expanding artistic possibilities and accessibility. The study examines how visual arts contribute to education, mental well-being, and community engagement, fostering creativity and critical thinking. Additionally, the role of visual arts in cultural identity and historical documentation is highlighted, showcasing its impact on global heritage. Challenges such as commercialization, intellectual property concerns, and the struggle for artistic recognition are also discussed. As digital platforms continue to influence the art world, this presentation emphasizes the importance of preserving traditional techniques while embracing innovation. By understanding the transformative power of visual arts, individuals and societies can appreciate their role in inspiring creativity and fostering human connection.

Keywords:
Visual arts, creativity, self-expression, cultural identity, digital art, artistic innovation, mental well-being

THE SCIENCE OF SKIN LOTION: HYDRATION, PROTECTION, AND SKIN HEALTH

Trisha Innocent

Keningau Vocational College

Abstract:
Skin lotion plays a vital role in maintaining healthy, hydrated, and nourished skin. This presentation explores the formulation, benefits, and effectiveness of skin lotions in promoting skin health. Key ingredients such as humectants, emollients, and occlusives work together to lock in moisture, repair the skin barrier, and prevent dryness. Additionally, specialized formulations with antioxidants, vitamins, and SPF provide added protection against environmental damage and premature aging. The study examines how different skin types respond to various lotion formulations and highlights the importance of choosing the right product based on individual needs. Furthermore, the impact of natural and organic ingredients versus synthetic compounds is discussed, along with the rising trend of sustainable and eco-friendly skincare. By understanding the science behind skin lotion, consumers can make informed choices that enhance their skincare routines while supporting long-term skin health.

Keywords:
Skin lotion, skincare, hydration, moisturizer, skin barrier, SPF protection, sustainable beauty

THE ART OF CROCHETING: CREATIVITY, MINDFULNESS, AND COMMUNITY CONNECTION

Athirah Marishqa Adie Nasri

Keningau Vocational College

Abstract:
Crocheting is more than just a craft—it is a creative outlet, a form of mindfulness, and a means of connecting with communities. This presentation explores the benefits of crocheting, from enhancing fine motor skills and cognitive function to reducing stress and fostering self-expression. As a meditative activity, crocheting promotes relaxation and mental well-being, making it a popular hobby for individuals seeking an escape from daily stressors. Additionally, crocheting has evolved into a social and entrepreneurial endeavor, with online communities, small businesses, and charity projects flourishing through handmade creations. The study also examines how modern trends, such as eco-friendly yarns and digital crochet tutorials, have contributed to the resurgence of this traditional craft. By highlighting the artistic, therapeutic, and social aspects of crocheting, this presentation aims to showcase its relevance in contemporary lifestyles and encourage its adoption as both a personal and communal activity.

Keywords:
Crocheting, handmade crafts, mindfulness, creativity, stress relief, community engagement, sustainable art

PSYCHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE FORMATION OF COMMUNICATION CULTURE IN MILITARY PERSONNEL

Komiljon MUROTMUSAEV[1], Khodihon MUHTOROV[2]

[1]Oriental University of the Republic of Uzbekistan, Department of "Lifelong Education Pedagogy", Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Tashkent, Uzbekistan.
ORCID ID: 0000-0003-3154-4900
[2]Master's Student, 1st Year, Department of "Pedagogy of Lifelong Education", Oriental University, Republic of Uzbekistan

Abstract

Military service is a type of activity that requires high discipline, order, subordination, and collective coordination. Its effectiveness largely depends on the level of communication culture among service members. Communication culture is not limited to observing norms of etiquette, but also encompasses skills aimed at mutual respect in communication, the ability to listen, psychological sensitivity, and peaceful conflict resolution.From a psychological perspective, the formation of communication culture is closely related to the following personal characteristics:

1. **Emotional intelligence** – the ability to recognize and manage one's own emotions and understand the emotional state of others contributes to effective communication.
2. **Empathy** – the capacity to enter and understand another person's inner world fosters trust and cohesion within the military team.
3. **Communicative competence** – the ability to engage in clear, precise, and constructive dialogue is essential for preventing misunderstandings.
4. **Social stability** – the ability to work alongside individuals of diverse backgrounds ensures a positive social environment.

A high level of communication culture in a military unit directly influences combat readiness, internal discipline, and psychological stability. The following psychological methods are considered effective for shaping such a culture: trainings, role-playing exercises, skill development sessions, psychological counseling, and diagnostic assessments.

In conclusion, the development of communication culture in military personnel is a complex and systematic process aimed at enhancing individual psychological potential. When implemented effectively, it contributes to team spirit, cohesion, and professional efficiency.

Keywords: military, military personnel, communication, communication culture, emotional intelligence, empathy.

İLKOKUL ÖĞRENCİLERİNDE DUYGUSAL ZEKÂ GELİŞİMİNİN PSİKOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Orzigul KUYLİYEVA[1], Komiljon MUROTMUSAEV[2]
[1]Özbekistan Cumhuriyeti Oriental Üniversitesi, "Sürekli Eğitim Pedagojisi" Bölümü, öğretim görevlisi, Taşkent, Özbekistan.
ORCID: 0009-0004-4544-1966
[2]Özbekistan Cumhuriyeti Oriental Üniversitesi, "Sürekli Eğitim Pedagojisi" Bölümü, Tıp Bilimleri Adayı, Doçent, Taşkent, Özbekistan.
ORCID ID: 0000-0003-3154-4900

Özet

İlkokul çağındaki çocuklarda duygusal zekâ (DZ), zihinsel ve sosyal gelişimin en önemli bileşenlerinden biridir. Bu yeti, çocuğun akademik başarıya ulaşmasında, istikrarlı kişilerarası ilişkiler kurmasında ve öz düzenleme becerilerini geliştirmesinde belirleyici rol oynar. 6–10 yaş arası dönemde, duyguları anlama, yönetme ve empati kurma gibi duygusal zekânın temel bileşenlerinin temeli atılmaktadır. İlkokul öğrencilerinde duygusal zekânın gelişimine ilişkin başlıca psikolojik özellikler şunlardır:

- **Yüksek duygusal hassasiyet**: Çocuklar dış uyaranlara yoğun tepkiler verebilir ve duygusal dalgalanmalara açık olabilirler. Bu nedenle, duyguların fark edilmesi ve adlandırılması becerilerinin geliştirilmesi gereklidir.
- **Duyguları sözel olarak ifade etme araçlarının sınırlı olması**: Kelime dağarcığı henüz gelişme aşamasındadır, bu nedenle çocuklara duygusal kelime bilgisi kazandırılması önemlidir.
- **Oyun, temel faaliyet biçimi olarak**: Duygusal zekânın gelişimi, rol yapma oyunları, masal terapisi, durum canlandırmaları ve grup etkinlikleri aracılığıyla etkili bir şekilde desteklenebilir.
- **Duygusal düzenlemede yetişkine bağımlılık**: Öğretmenler ve ebeveynler, çocuklara öz düzenleme, empati ve çatışma çözüm stratejilerini öğretmede kritik bir role sahiptir.

İlkokul döneminde DZ gelişim düzeyi, çocuğun okula uyumunu, davranışsal istikrarını ve akademik motivasyonunu doğrudan etkiler. Sosyal-duygusal öğrenme programlarına çocukların dâhil edilmesi, empati geliştirme eğitimlerinin, grup tartışmalarının ve duygusal oyunların düzenlenmesi, duygusal açıdan olgun, açık fikirli ve kendine güvenen bireylerin gelişimine katkı sağlar. Sonuç olarak, ilkokul çocuklarında duygusal zekâ gelişimi, çağdaş pedagojik psikolojinin en önemli görevlerinden biridir ve bu gelişim; tanılama, gelişimsel müdahale ve öğretim yaklaşımlarının eğitim sürecine entegre edilmesini gerektirir.

Anahtar kelimeler: duygu, duygusal zekâ, ilkokul çağı çocuğu, okul, yeti.

İLKOKUL ÇAĞINDAKİ ÇOCUKLARDA DUYGUSAL ZEKÂNIN DANS VE HAREKET EGZERSİZLERİ YOLUYLA GELİŞTİRİLMESİ

Orzigul KUYLİYEVA[1], Komiljon MUROTMUSAEV[2]

[1]Özbekistan Cumhuriyeti Oriental Üniversitesi, "Sürekli Eğitim Pedagojisi" Bölümü, öğretim görevlisi, Taşkent, Özbekistan.

ORCID: 0009-0004-4544-1966

[2]Özbekistan Cumhuriyeti Oriental Üniversitesi, "Sürekli Eğitim Pedagojisi" Bölümü, Tıp Bilimleri Adayı, Doçent, Taşkent, Özbekistan.

ORCID ID: 0000-0003-3154-4900

Ozet

İlkokul çağındaki çocuklarda duygusal zekâ (DZ), bireysel gelişimin en önemli bileşenlerinden biridir. DZ, çocuğun okul ortamına başarılı bir şekilde uyum sağlamasını, öz düzenleme, empati kurma ve çevresindekilerle etkili iletişim becerilerinin gelişmesini destekler. İlköğretim düzeyinde, DZ'nin geliştirilmesine yönelik alışılmışın dışında, bedensel odaklı yöntemlere olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Bu bağlamda, **dans ve hareket temelli egzersizler**, duygusal ifadeyi fiziksel etkinlikle birleştiren etkili araçlardan biri olarak öne çıkmaktadır. Psikolojik ve pedagojik araştırmalar, dans hareketlerinin çocuklara şu konularda yardımcı olduğunu göstermektedir:

- Duygularını bedensel hareketler aracılığıyla tanıma ve ifade etme,
- Hareket partnerleriyle etkileşim kurarak empati becerilerini geliştirme,
- Ritim, nefes kontrolü ve koordinasyon yoluyla öz düzenleme yetisini artırma,
- Kaygı ve duygusal gerginlik düzeyini azaltma.

Dans ve hareket egzersizleri, hayal gücüne dayalı düşünme ve duygusal alanla ilişkili olan beynin sağ yarım küresini aktive eder. Bu durum, ilkokul döneminde gelişen duygusal duyarlılık, bedensel farkındalık ve iletişim becerileri için son derece önemlidir. Dans ve ritmik hareket uygulamalarının eğitim programına entegre edilmesi yalnızca fiziksel gelişimi değil, aynı zamanda duygusal dayanıklılığın, özgüvenin ve pozitif bir **"bedensel benlik algısının"** oluşumunu da destekler. Sonuç olarak, dans ve hareket egzersizleri, ilkokul çağındaki çocuklarda duygusal zekânın geliştirilmesinde etkili bir araç olarak öne çıkar. Fiziksel, duygusal ve sosyal gelişimi tek bir eğitimsel yolculukta birleştirerek bütünsel bir yaklaşım sunar.

Anahtar kelimeler: duygusal zekâ, ilkokul çocuğu, duygusal zekâ bileşenleri, psikogimnastik, dans ve hareket etkinlikleri.

3D COMPUTER DESIGNS USED IN ERGONOMIC CLOTHING

ERGONOMİK GİYSİLERDE KULLANILAN 3D (ÜÇ BOYUTLU) BİLGİSAYAR TASARIMLAR

Yar.Doç.Dr. Guzal MASSADIKOVA[1]

Hoca Ahmed Yesevi Uluslararası Türk-Kazak Üniversitesi

Spor ve Sanat Fakültesi, Tasarım Bölümü

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-6275-3871

Özet

Üç boyutlu (3B) tarama ve bilgisayar destekli tasarım (CAD) teknolojisi, doğru 3B nesne gösterimi mühendislik ve ergonomi uygulamalarında birkaç yıldır kullanılmaktadır. Tarama verisi restorasyonu ve modifikasyonu üretmedeki kabul edilebilirliği nedeniyle son zamanlarda, uygulama, insan vücudunun 3B tarama verilerinin yeniden yapılandırılması ve modellenmesi için genişletilmiştir. 3D giysi özelleştirmesi şu anda en yaygın araştırma alanı haline gelmiştir. Bu çalışmada, ergonomi giysi üretiminde kullanılan teknolojiler kapsamlı olarak araştırılmıştır. Çalışma verileri, 3B tarama ve CAD teknolojisi üzerinde teorik bilgiler sunmaktadır. Bilim insanlarına göre 3B tarama yoluyla hacim ve alan tanımlaması için en iyi olduğu kanıtlanmıştır. Dış etkenlerden koruma ve çevre özellikleriyle birleştirilen giyim algı modeli, insan vücudunun önemli parçalarının boyutsal değişiklikleriyle eşleşebilir. Kişiselleştirilmiş giyim tasarımı yoluyla, giyim parçalarının kombinasyonu daha fazla giyim stili, rengi ve boyutu seçeneği sağlamak için kullanılır. Sonuç olarak, ergonomi sistemiyle üretilen giysilerin 3 boyutlu tarama teknolojisine dayalı gerçekçi bir giysi modelinin geliştirilmesi ve kapsamlı bir analiz yöntemini gerektirir. Sürdürülebilir tekstil teknolojileri alanındaki güncel bilimsel araştırmalar bulunmaktadır. Araştırmacılar, çok işlevli ergonomik tekstil ve moda ürünlerinin geliştirilmesinde yeni yöntem ve süreçlerin yanı sıra hammadde, malzeme ve farklı işlem türlerinin araştırılmasına odaklanmaktadır. Bu da tekstil teknolojisi alanının tamamının sürdürülebilir bir sisteme doğru kademeli olarak dönüşümüne katkıda bulunabilir.

Anahtar kelimeler: 3D teknoloji, giysi, ergonomi, sürdürülebilir.

Abstract

(3D) scanning and computer – aided design (CAD) technology has been used for several years in engineering and ergonomics applications for accurate 3D object representation. Due to its acceptability in producing scan data restoration and modification, recently, the application has been expanded to reconstruct and model 3D scan data of human body. 3D clothing customization has become the most widespread research area at present. In this study, technologies used in ergonomic clothing production have been extensively investigated. The study data provides theoretical knowledge on 3D scanning and CAD technology. According to scientists, it has been proven to be the best for volume and area definition by 3D scanning. Clothing perception model combined with protection from external factors and environmental features can match the dimensional changes of important parts of human body. Through personalized clothing design, the combination of clothing parts is used to provide more clothing

style, color and size options. As a result, the development of a realistic clothing model based on 3D scanning technology and a comprehensive analysis method of clothing produced by ergonomic system are required. There are current scientific researches in the field of sustainable textile technologies. Researchers focus on the research of new methods and processes as well as raw materials, materials and different types of processes in the development of multifunctional ergonomic textile and fashion products. This can contribute to the gradual transformation of the entire field of textile technology towards a sustainable system.

Keywords: 3D technology, clothing, ergonomics, sustainable.

MENTAL HEALTH AND TECHNOLOGIES OF SELF-CARE FOR SOCIAL WORKERS

Alina Solnyshkina

Candidate of sociological sciences, PHD,
Associate Professor of the Chair of social work and management of social processes
Faculty of medical technologies of Diagnostics and Rehabilitation
(Oles Honchar Dnipro National University, Ukraine)
ORCID https://orcid.org/0000-0002-5369-6350

Annotation.

This publication's main role is to increase the practical skills and awareness of social workers in the mental health sphere.

The main task of my report is to analyze the practices and roles of modern social work in psychological resourcing.

Psychological aid and social supports of the specialists who works with the vulnerable categories such as refugees, internally displaced persons, disabled people, clients with abuses need wide spectrum of knowledge about the mental health, self-care.

Keywords: mental health, resilience, self-care, prevention, social work

Theoretical and methodological approaches.

Mo Ray, Richard Pugh, Diane Roberts, and Bernard Beech in their article “Mental health and social work” mentioned that providing od social service and support needs the development of resilience.

A high level of emotional burnout among social workers needs the modernization of the technologies of self-care [*Ray, Mo, Pugh, Richard, Roberts Diane, and Beech, Bernard, 2008, p. 13-14]*.

Michelle Ratcliff in his scientific publication “Social Workers, Burnout, and Self-Care:

A Public Health Issue” studied the main symptoms of the emotional burnout of the specialists of social sphere via exhaustion, lack of empathy, ignoring of the self-care practices, irritability, anxiety, and so on *[Ratcliff, Michelle, 2024, p.28]*.

Tumelo Sekgobela and Nngodiseni Jimmy Budeli in their scientific publication “The role of social work intervention in promoting mental health and resilience in communities: Ubuntu perspective” supposed that social workers are not only promoters of the technologies of mental health but also facilitators of group of the psychological resourcing.

Social interventions and support need empathy, active listening, and skills of non-violence communication. Advocacy of mental health in social work, psychological support for social workers. Method of psychoeducation is an important method of the prevention of emotional burnout. *[Sekgobela, T., & Budeli , N. J., 2024, p. 196-197]*

Results of practical implementation

An author of the scientific article shared practical experience of the prevention of emotional burnout of social workers and cases of self-care technologies.

The author of the article analyzed practical cases and advice from the charitable foundation “100% of Life” which provides social services for HIV-positive patients and Career Hub “VONA (SHE) – a center for clients who suffer from gender-based violence.

Experience of social work with children from families of internally displaced persons and self-care technologies for social workers described in this article. An author shared the case of the children's hub “Rose Hat” (Dnipro, Ukraine).

In 2025 an author of this publication implemented the scientific project “Laboratory of the Peacebuilding and Transformation of Conflicts”.

I would like to share social narratives that translated practical social workers from honored organizations.

Case manager Caterina works in the Charitable Foundation “100 percent of Life” – a former client of this organization that works with HIV-positive patients. Caterina emphasized the necessity of supervision for social workers. She said that her team and positive results of her activity in the sphere of social support help her to prevent emotional burnout.

Olha, case manager of career foundation hub SHE (VONA-HUB) mentioned the importance of material and financial support for social workers and decent pay for people who work with vulnerable categories.

Svetlana – a social worker of CARITAS foundation said that she is involved into interesting vocational and professional training.

In the sphere of the prevention of stress, emotional burnout and professional deprivation the author of this article organized training in psychological resourcing in the framework of the Model BASIC PH.

Methods of the art-therapy and group of supporting are very effective in the system of the self-care for social workers.

Conclusions and recommendations:

Advantages and limitations of the technologies of psychological education and supervision analyzed on the practical examples.

Self-care technologies are very effective in the system of mental health protection.

Training, supervision, art therapy, individual and group work are very important for the prevention of emotional burnout for social workers.

References:

Ray, Mo, Pugh, Richard, Roberts Diane, and Beech, Bernard (2008). Mental health and social work. *Research briefing. Social care institute of excellence*. 24 p.

Retrieved from https://new.basw.co.uk/sites/default/files/resources/basw_14445-10_0.pdf

(date of access 01.04.2025)

Ratcliff, Michelle (2024)“Social Workers, Burnout, and Self-Care: A Public Health Issue”. Dela J Public Health . Mar 29;10, (1):26–29. doi: 10.32481/djph.2024.03.05

Sekgobela, T., & Budeli , N. J. (2024). The role of social work intervention in promoting mental health and resilience in communities: Ubuntu perspective. *International Journal of Research in Business and Social Science (2147- 4478)*, *13*(6), 195–201.

https://doi.org/10.20525/ijrbs.v13i6.3477

RELATIONSHIP BETWEEN MILKING HYGIENE PRACTICES AND MASTITIS

Seddik Kebbal[1,2,b], Rédha Belala[1,2,a], Nora Mimoune[1,2,3,c]

[1] Biotechnologies Laboratory related to Animal Reproduction (LBRA), Institute of Veterinary Medicine, Saad Dahleb Blida University 1, Blida, Algeria

[2] Biotechnologies Platform for Animal Medicine & Reproduction (BIOMERA), Saad Dahleb Blida University 1, Algeria

[3] Animal Health and Production Laboratory (SPA), Higher National Veterinary School of Algiers, Algeria

#These authors have contributed equally in this work

ORCIDS: [a]0000-0001-9026-4672; [b]0009-0009-0308-7408; [c]0000-0002-0900-3908

Abstract

In a context of introduction of hygiene products of milking in the farms delivering milk in the region Ouaguenoun, the need that was expressed in the first time was to describe the “new” hygiene practices linked to milking at level for 27 farms (including 312 cows) in the region. the results have shown that the practices linked to milking hygiene are finally few restrained by 78% raisers (hand washing before milking, washing rays with lukewarm water and using individual mops, wiping rays) in spite of awareness efforts of the dairy. In the second time, it was quantified of eventual correlations between practices of hygiene and breast health status in the specifically context of Ouaguenoun. For this a retrospective survey of case/ control allowed to compare the rearing having a mammary health problematic with that which is acceptable by using the CMT test (108 test). This comparison has established three major risks factors that are: not eliminating first streams before milking (odds ratio= 5.4±2.3), the non-use of products pre and post teat dipping (odds ratio=4.9±2.3) and finally the non-drying teats (odds ratio= 4.9±2.3). This implies that the first changes to relate these risk factors to hope to improve breast health of these farms.

Keywods: Dairy cows, mastitis, CMT test, risk factors

MANAGEMENT OF CANİNE TRANSMİSSİBLE VENEREAL TUMORS

Rédha Belala[1,2], Seddik Kebbal[1,2], Nora Mimoune[1,2]

[1] Biotechnologies Laboratory Related to Animal Reproduction (LBRA), Institute of Veterinary Medicine, Saad Dahleb Blida University 1, Blida, Algeria

[2] Biotechnologies Platform for Animal Medicine & Reproduction (BIOMERA), Saad Dahleb Blida University 1, Algeria

ABSTRACT

Our current work aimed to evaluate the usefulness of cytology as a diagnostic and monitoring tool during four Canine Transmissible Venereal Tumor (CTVT) cases undergoing weekly vincristine monochemotherapy until achieving clinical and cytological recovery. Cytological study was performed using a special follow-up sheet (questionnaire) based on collected literature data. This sheet facilitated differential diagnosis among various round cell tumors (RCT), cytomorphological classification, and assessment of tumor progression. Data showed that among CTVT cases, 3 presented lymphocytic form with 4 weekly vincristine sessions (in 1 case, after pregnancy confirmation, 1 session of vincristine was sufficient). All these 3 cases got full recovery. Only 1 case was of plasmacytic form, requiring 6 sessions of monochemotherapy. However, even the treatment was prolonged, the partial regression and the persistence of the lesion suggested an aggressive and resistant nature of this tumor. Our results confirmed that cytology was pivotal for diagnosis, for treatment monitoring, as well as for CTVT prognosis. Notably, its advantages included non-invasiveness, simplicity, rapidity, and cost-effectiveness, particularly with the proposal of using Diff-Quick® staining. To conclude, the authors strongly recommend for veterinarians to adopt the proposed interpretation sheet, integrating systematically cytology with clinical evaluation for optimal diagnostic and therapeutic management of CTVT.

***Keywords*:** Cytology, canine transmissible venereal tumor, diagnosis, vincristine, prognosis.

THE IMPACT OF CONSUMER DEMAND ON THE GROWTH AND SUSTAINABILITY OF LOCAL FOOD SYSTEMS IN THE U.S.

Asamoah Oppong Zadok[1]

[1]Lincoln University - Missouri, Agribusiness, Department of Agricultural and Environmental Sciences, ORCID: 0009-0001-6778-6250

Abstract

Consumer demand has become a pivotal driver in the transformation of local food systems in the United States, fostering growth while addressing critical issues of sustainability, community resilience, and economic equity. This study synthesizes findings from market analyses, policy evaluations, and peer-reviewed literature to explore how shifting consumer values, emphasizing freshness, environmental responsibility, and support for local economies, have reshaped food production and distribution models. Between 2015 and 2017, consumer spending on local food increased from $8.7 billion to $11.8 billion, reflecting significant public engagement. Local food systems have demonstrated strong economic benefits, creating up to 13 jobs per $1 million in sales compared to just 3 in conventional systems, and stimulating wealth retention at the community level. Environmentally, they reduce food miles, promote biodiversity, and support sustainable farming practices, though studies suggest production methods are more impactful than proximity alone. Socially, local systems contribute to food justice and trust-based relationships between producers and consumers, yet face persistent challenges such as price accessibility, infrastructural gaps, and seasonal limitations. Policy instruments like USDA's Local Food Promotion Program and emerging digital platforms have expanded access and efficiency, but a gap remains between consumer values and purchasing behavior. This abstract argues for integrated, cross-sector strategies to align policy, market mechanisms, and consumer education, ensuring that local food systems can scale sustainably and equitably.

Keywords: local food systems, consumer demand, sustainable agriculture, economic development, food policy

PREVALENCE AND ORGAN-SPECIFIC DISTRIBUTION OF *PSEUDOMONAS* SPP. IN *CLARIAS GARIEPINUS* AND *OREOCHROMIS NILOTICUS* FROM THE SUDAN SAVANNA REGION: A CASE STUDY FROM GALADIMA FISH MARKET, KANO STATE, NIGERIA

Victoria Folakemi Akinjogunla [1*] and Salako Jamiu Olatoye[1]

[1]Department of Fisheries and Aquaculture, Bayero University Kano, Nigeria.

Abstract

This study investigated the prevalence and organ-specific distribution of *Pseudomonas* spp. in African catfish (*Clarias gariepinus*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) obtained from Galadima Fish Market in Kano State, located in Nigeria's Sudan Savanna region. Twenty (20) fish samples (10 per species) were collected, examined and analyzed using standard microbiological techniques, including culture on selective media and Gram staining. Bacteria were isolated from the gills, liver, spleen, and intestines, with further identification through biochemical tests. *Pseudomonas* spp. was isolated from the gills and intestines of the fish but were absent in the liver and spleen. The highest prevalence of *Pseudomonas* spp was found in the intestines of *C. gariepinus* (20%), followed by gills (10%). Only one *O. niloticus* sample showed *Pseudomonas* presence (10% in the intestine) while *Pseudomonas* spp was not recorded in the liver or spleen of either species These findings suggest that *C. gariepinus* is more susceptible to *Pseudomonas* colonization, especially in the intestinal tract. The study also highlights *Pseudomonas spp.* as the most commonly isolated strain and underscores its opportunistic pathogenic potential in freshwater fish. Despite the low overall prevalence (5%), findings emphasize the need for improved hygiene and disease monitoring practices in local fish markets to mitigate potential public health risks especially for the consumers and sustainable aquaculture practices.

Keywords: *Pseudomonas* spp., *Clarias gariepinus*, *Oreochromis niloticus*, microbial contamination, Sudan Savanna, fish safety

1. Introduction

Aquaculture is a critical source of protein in sub-Saharan Africa, with catfish and tilapia ranking among the most commercially important freshwater species. Fish play a vital role in food security and are an affordable source of high-quality protein, especially in developing countries (Akinjogunla et al., 2017; FAO, 2021).

However, bacterial infections such as those caused by *Pseudomonas* spp. pose significant threats to aquaculture productivity and public health (Akinjogunla et al., 2023). *Pseudomonas* spp., particularly *P. fluorescens* and *P. aeruginosa*, a gram-negative bacterium are opportunistic pathogens known to cause septicemia, gill necrosis, and other diseases in freshwater fish (Algammal et al., 2020) particularly under stressful or poor water quality conditions (Ibrahim et al., 2016; El-Hady & Samy, 2011).

The proliferation of *Pseudomonas* in fish and aquatic environments has implications for both public health and economic productivity (Thomas et al., 2014). Although reports of

Pseudomonas in aquaculture systems are increasing globally, data from local markets, especially in the northern regions such as Kano State in Nigeria remain scarce.

This study aims to fill that gap by examining the prevalence and organ-specific distribution of *Pseudomonas* spp. in two commercially important fish species—*Clarias gariepinus* and *Oreochromis niloticus*—sourced from Galadima Fish Market - a key urban fish market in Kano State.

2. Materials and Methods

2.1 Study Area

Fish samples were collected from Galadima Fish Market, located in Fagge LGA of Kano State (Latitude 12.0127°N, Longitude 8.5344°E) within the Sudan Savanna zone.

2.2 Sample Collection

Twenty fresh fish specimens (10 *O. niloticus*, 10 *C. gariepinus*) were randomly purchased from different vendors during three visits between September and December 2023. Samples were transported in ice to the laboratory at Bayero University, Kano.

2.3 Microbial Isolation and Identification

Fish samples collected were measured and organs including gills, liver, spleen, and intestines were aseptically dissected, homogenized, and serially diluted. Samples were plated on Nutrient Agar, MacConkey Agar, and Blood Agar, followed by incubation at room temperature for 18–24 hours. Colonies were characterized morphologically and identified using Gram staining and biochemical tests (citrate utilization, TSI, methyl red, and Voges-Proskauer tests).

2.4 Statistical Analysis

Descriptive statistics were used to calculate isolation rates. Differences in organ-specific prevalence were evaluated for significance.

3. Results

3.1 Morphometric characteristics of the sampled fish species from Galadima Fish Market

Twenty (20) samples of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and African Catfish (*Clarias gariepinus*) were sourced from Galadima Fish market. The sizes of the *Oreochromis niloticus* ranged from 26.1 – 49.6cm total length, standard length of 22.15 – 47.2cm while the total weight ranged between 140 – 1150g. For *Clarias gariepinus*, the size composition ranged from 35.0 – 48.2cm total length, standard length of 33.3 – 46.0cm and total weight of 353.2 – 1020.5g. The Total Length (TL), Total Weight (TW) and Standard Length (SL) of the sampled fish species are shown in Table 1 below.

Table 1: Morphometric measurements of the Oreochromis niloticus and Clarias gariepinus collected from Galadima Fish Market, Kano State, Nigeria

S/N	Fish Species	Total Length (cm) ± SD	Total Weight (g) ± SD	Standard Length (cm) ± SD
1	*Oreochromis niloticus* (range)	39.07 ± 5.52 (26.1 - 49.6)	589.23 ± 233.9 (140 - 1150)	36.27 ± 5.23 (22.15 - 47.2)

2	*Clarias gariepinus* (range)	41.29 (35.0 - 48.2)	±	3.44	658.94 (353.2 - 1020.5)	±	174.2	39.0 (33.3 - 46.0)	± 3.45

3.2 Occurrences of *Pseudomonas* species in the examined organs

In Table 2 below, the occurrences of *Pseudomonas* species in the examined organs (gills, liver, spleen and intestine) of *Clarias gariepinus* and *Oreochromis niloticus* are shown. The isolation rate of *Pseudomonas spp*. was higher in *Clarias gariepinus* (7.5%) compared to *Oriochromis niloticus* (2.5%).

The highest isolation rate (20%) was found in the intestine of *Clarias gariepinus* and *Pseudomonas spp*. were isolated from the liver or spleen of either fish species. *Pseudomonas spp*. was only isolated from the intestine (2 fish out of 10) and (1 fish out of 10) Clarias *gariepinus*. *Pseudomonas spp*. was isolated from the intestine (1 fish out of 10) and gills (0 fish out of 10) *Oreochromis niloticus*. *Pseudomonas* spp. was isolated in 3 out of 10 *C. gariepinus* and 1 out of 10 *O. niloticus* samples. The highest prevalence (20%) was observed in the intestines of *C. gariepinus*. No *Pseudomonas* spp. was found in the liver or spleen of either species.

Table 2: Occurrence of *Pseudomonas* isolations in the examined organs of the selected fish species from Galadima market, Kano State

	Clarias gariepinus		***Oreochromis niloticus***	
Organs examined	**Isolation rate (out of 10)**	**%**	**Isolation rate (out of 10)**	**%**
Gills	1	10	0	0
Liver	0	0	0	0
Spleen	0	0	0	0
Intestine	2	20	1	10
Total	3	7.5	1	2.5

3.3 Identification and some biochemical characteristics of the strains – Pseudomonas from the examined organs of *Oreochromis niloticus* and *Clarias gariepinus*

The identification and biochemical characteristics of *Pseudomonas spp.* is presented in Table 3 below on samples of Oreochromis niloticus and *Clarias gariepinus* . However, all the tests were considered together and not rely on any single test for definitive identification.

Table 3: Some biochemical tests to identify the strains of *Pseudomonas spp*. from the examined organs of the *Oreochromis niloticus* and *Clarias gariepinus* collected from Galadima Fish Market.

S/N	**Parameters**	***Pseudomonas spp.***
	Characteristics of Cells	

1	Pigmentation	Pink
2	Surface	Dull
3	Edge	Entire
4	Elevation	Raised
5	Shape	Irregular
6	Arrangement	Rods
7	Colony color	Yellow-green
	Acid Reactions	
8	Gram's staining	Negative
9	Oxidase	Positive
10	Indole	Negative
11	Methyl red	Positive
12	Voger-proskauer	Negative
13	Citrate	Positive
14	Catalase	Positive
15	Urease	Negative
16	Motility	Positive
17	Mannitol	Positive
18	Maltose	Positive
19	Gelatin hydrolysis	Variable

4. Discussion

The findings indicate that *Pseudomonas fluorescens* is present in market-sold fish, especially in intestinal and gill tissues, but not in internal organs like the liver and spleen, possibly due to less exposure to external contaminants.

The occurrence of *Pseudomonas* in the liver, spleen, intestine and gills of fish (*C. gariepinus* and *O. niloticus*) sampled from the Galadima fish market in Kano metropolis showed that some fishes are contaminated. The isolation rate found in different parts of *O. niloticus* from the market in the liver (0 %), and spleen (0 %) varies significantly with the isolation rate in liver (35%) and spleen (21.25%) reported by Eissa *et al* (2010). There was significant difference ($p<0.05$) in the bacteria load between *C. gariepinus* and *O. niloticus*. However, more *C. gariepinus* have been infected by *Pseudomonas* bacteria, 7.5% than *O. niloticus* 2.5%.

The results highlight the potential for *Pseudomonas* spp. contamination in fish organs, particularly the intestines, which may act as primary colonization sites. The higher prevalence in *C. gariepinus* aligns with findings from similar tropical aquaculture settings (Ture *et al*., 2018). These results are consistent with those from similar studies in Uganda and Egypt, where *Pseudomonas* spp. was isolated predominantly from skin, gills, and intestines of freshwater fish (Odoi *et al*., 2017; Ibrahim *et al*., 2016).

The absence of the pathogen in the liver and spleen suggests these organs may offer limited support for bacterial growth under natural conditions.

The presence of *Pseudomonas* spp. in fish marketed for human consumption raises food safety concerns, especially where market hygiene is inadequate. *Pseudomonas* spp. is known to cause spoilage and may act as zoonotic agents (Algammal *et al*., 2020).

Environmental stressors such as poor handling, water pollution, and overfeeding can create favorable conditions for the proliferation of *Pseudomonas* (FAO, 2018). Given the role of these bacteria in fish spoilage and zoonotic infections, their detection even at low prevalence is a cause for public health concern.

5. Conclusion

This study confirms the presence of *Pseudomonas* spp., particularly *P. fluorescens*, in the edible tissues of tilapia and catfish sold in a major urban fish market in northern Nigeria. The intestinal tract appears to be the main site of colonization. Although contamination levels were low, within manageable limits, preventive measures such as improved hygiene, regular monitoring, improved market sanitation, and public awareness are crucial to mitigate the risk of infection and spoilage.

References

Akinjogunla, V. F., Lawal-Are, A. O. & Soyinka, O. O. (2017). Proximate composition and mineral contents of the Mangrove oysters (*Crassostrea gasar*) from Lagos Lagoon, Nigeria. *Nigeria Journal of Fisheries and Aquaculture*, 5 (2): 36 – 49

Akinjogunla, V. F., Yah, C. S., Akinjogunla, O. J., Ayanwale, A. V., Adefiranye, O. O. & Ejikeme, C. E (2023). A Comparative Assessment of Morphometrics and Microbial Assemblages of Crassostrea gasar (Oyster) from Riparian Swampy Areas, off Lagos Lagoon, Nigeria. Tropical Journal for Natural Products Research 7 (10): 2837 - 2845

Algammal, A. M., Mabrok, M., Sivaramasamy, E., Youssef, F. M., Atwa, M. H., El-Kholy, A. W., & Hetta, H. F. (2020). Emerging multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa* in fish commonly harbor oprL and toxA virulence genes and blaTEM, blaCTX-M, and tetA antibiotic-resistance genes. *Scientific Reports, 10*(1), 1–12. https://doi.org/10.1038/s41598-020-67806-9.

Eissa, N.M.E., Abou El-Ghiet, Shaheen, E.N., & Abbass, A. (2010). Characterization of Pseudomonas Species Isolated from Tilapia "*Oreochromis niloticus*" in Qaroun and Wadi-El-Rayan Lakes, Egypt. *Global Veterinaria,* 5 (2): 116-121.

El-Hady, M. A., & Samy, A. A. (2011). Molecular typing of *Pseudomonas* spp. isolated from some cultured fishes in Egypt. *Global Veterinaria, 7*(6), 576–580.

El-Hady, M. A., & Samy, A. A. (2018). Antibiotic resistance pattern of *Pseudomonas* species isolated from cultured Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and African catfish (*Clarias gariepinus*). *Journal of Veterinary Medicine and Research, 5*(1), 1–6.

FAO. (2018). *Pseudomonas infections in fish*. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1179.

FAO. (2021). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in Action*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://doi.org/10.4060/ca9229en

Ibrahim, H. M., Reham, A. A., Shawkey, N. A., & Mohammed, H. E. (2016). Bacteriological evaluation of some fresh and frozen fish. *Benha Veterinary Medical Journal, 31*(1), 24–29.

Odoi, E. S., Oguttu, J. W., & Akoll, P. (2017). Occurrence and antibiotic susceptibility of fish bacteria isolated from *Oreochromis niloticus* and *Clarias gariepinus* in Uganda. *Fisheries and Aquatic Sciences, 22*(3), 213–225. https://doi.org/10.1186/s41240-019-0123-1

Thomas, J., Thanigaivel, S., Vijayakumar, S., & Chandrasekaran, N. (2014). Pathogenicity of *Pseudomonas aeruginosa* in *Oreochromis mossambicus* and treatment using lime oil nanoemulsion. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 116*, 372–377. https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2014.01.019

Ture, M., Misir, D. S., Altuntaş, C., Kutlu, I. (2018). A survey of some bacterial fish pathogens on whiting (*Merlangius merlangus euxinus*) in Eastern Black Sea coast, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 18*(11), 1325–1329. https://doi.org/10.4194/1303-2712-v18_11_09

COMPARATIVE EVALUATION OF THE ANTIBACTERIAL EFFECTIVENESS OF PHARMACEUTICAL PRODUCTS MARKETED IN ALGERIA: A STUDY OF TRANSIENT SKIN FLORA

Mellouk Fatema zohra[1], bouchaala laid[1], Afri amira[1], Grara nedjoud[2], Houhamdi moussa[3]

[1] Division of Environmental Innovation and Eco-Waste Management, Environmental Research Center (CRE), Annaba, Algeria; mellouk ….

[2] Laboratoire de biologie moléculaire et cellulaire, Faculté des sciences naturelles et de la vie, Sciences de la Terre et de l'Univers, Université 8 mai 1945 Guelma, PO Box 401, Guelma 24000, Algérie;

[3] Laboratory of Biology, Water and Environment (LBEE), Faculty SNV-STU, University 8 May 1945 Guelma, P.O. Box 401, Guelma 24000, Algeria;

Abstract

This study aims to evaluate the antibacterial effectiveness of the main pharmaceutical products marketed in Algeria on transient skin flora. A bacteriological investigation was conducted to identify the different species isolated from the hands of volunteer students, before and after treatment with these products. The results revealed the presence of *Salmonella arizonae*, *Salmonella spp.*, and *Acinetobacter calcoaceticus* (identified by the API 20E gallery) and *Staphylococcus intermedius* (identified by Chapman agar seeding and complementary biochemical tests) even after hand treatment, particularly with "Dettol" and Marseille soap. These results suggest a limited effectiveness of the most marketed antibacterial products in Algeria ("B-Braun", "Dettol", Marseille soap, "Arganier + sterile distilled water" and "Arganier + milk") as hand disinfectants.

Keywords: Antibacterial products, disinfectants, transient skin flora, *Salmonella*, *Acinetobacter*, Algeria

IMPACT OF IMPLEMENTING MEDICATION ADMINISTRATION TRAINING PROGRAM ON NURSES' PERFORMANCE AND PATIENTS' SAFETY AT MAIN MANSOURA UNIVERSITY HOSPITAL

[1]Amany Mohammed Shebl , *[2]KarimaFouad Elshamy, Zeinab Ibrahim Abozeid[3]

1-Professor –Medical Surgical Nursing –Faculty of Nursing –Mansoura University 2-Assisst Prof/ Medical Surgical Nursing, Faculty of Nursing, Mansoura University. 3-Assist Lecturer Medical Surgical Nursing, Faculty of Nursing, Mansoura University.

Background: Safe medication is one of the most important nursing practices that play an important role in preventing medication errors. **Aim of the study:** to evaluate the impact of implementing medication administration training program on nurses' performance and patients' safety. **Method**: present study was conducted by Quasi– experimental design the in 2021 with the 44 nurses who working in the neurology department at Main Mansoura University Hospital .**Tool**s: Data were collected using three tools **Tool I:** Nurses' Knowledge Assessment Questionnaire was used to collect demographic characteristics and Nurses' Knowledge Regarding Medication Administration **Tool II: N**urses' practices regarding Medication Administration Observational Checklist and **Tool III:** Patient Safety Assessment regarding Medication Administration Questionnaire **Results:** showed statistically significant improvement in nurses knowledge and practice training program **Conclusion:** concluded that marked improvement of nurses' knowledge and practice scores regarding medication administration which had positive effect on patient safety. **Recommendation:** It was recommended that developing policies for administration of medication in hospital settings and should conduct regular monitoring to identify gaps and provide insights for future safety training programs.

Keyword: Training program, Medication administration, Nurses' performance and Patient' safety

МАМАНДЫҚ ТАҢДАУДЫҢ АДАМ ӨМІРІНДЕГІ МАҢЫЗЫ

"THE SIGNIFICANCE OF CHOOSING A PROFESSION IN ONE'S LIFE"

Базарғалиева Назерке*

Түйіндеме

Мақалада мамандық таңдау – әрбір адамның өмір жолын айқындайтын маңызды әрі жауапты қадам екендігі көрсетіледі. Бұл тек кәсіби бағытты анықтау ғана емес, сонымен қатар адамның болашақтағы әлеуметтік, экономикалық және рухани жағдайын белгілейтін шешім. Адам өз мамандығы арқылы қоғамдағы орнын табады, өзінің қабілеттерін жүзеге асырып, тұлғалық әлеуетін дамытады. Жақсы таңдалған мамандық күнкөріс көзі ғана емес, сонымен қатар адамның өзін-өзі табуының, жеке әлеуетін жүзеге асыруының және қоғамда өз орнын табуының негізгі құралы болып табылады. Дұрыс таңдалған мамандық адамның өмір сүру сапасына, психологиялық жай-күйіне, әлеуметтік мәртебесіне тікелей әсер етеді.

Мамандықтың маңыздылығы оның адам өміріндегі көпқырлылығымен де өлшенеді. Ол адамның өмір салтын, бос уақытын, қарым-қатынас шеңберін, тіпті ойлау жүйесі мен құндылықтар жүйесін де қалыптастырады. Мамандық арқылы адам қоғамға пайдасын тигізіп, өз орнын табады, жеке дамуға және табысқа қол жеткізеді.

Жоғары сынып оқушылары үшін мамандық таңдауда олардың қызығушылықтары, қабілеттері мен өмірлік ұстанымдарын, алға қойған мақсаттарын анықтау өте маңызды. Мамандық таңдау – бұл ішкі дайындықты, психологиялық тұрақтылықты және жан-жақты ойлануды қажет ететін шешім.

Мамандық таңдауда отбасы, мектеп, құрдастар, кәсіби бағдар беретін мамандар, мектеп психологы, әлеуметтік педагог пен әлеуметтік орта үлкен рөл атқарады. Оқушының өз қабілетін дұрыс тануы, еңбек нарығындағы сұраныс пен болашақ перспективаларын ескеруі – сәтті мамандық таңдаудың кілті. Бала күнінен анықталған қабілеті мен өз ерекшелігіне сай, білім деңгейін саралай отырып болашақта үлкен маман иесі болуға бағыт-бағдар беру қажет. Кәсіби бағдар беру жұмыстары – жастардың қызығушылығы мен мүмкіндіктерін ескере отырып, олардың еңбек жолына бағыттаудың тиімді тәсілі екені мәлім. Өз арманындағы мамандықты таңдаған адам қоғамға көп пайдасын тигізіп қана қоймайды, оның өмірі де қызықты әрі мазмұнды болары анық.

Мақалада қазіргі таңдағы жаңаша мамандықтардың ерекшеліктері мен қоғамға тигізер пайдасы жайында толыққанды ақпараттармен танысу мақсатында, жиі кәсіби бағытты ұйымдастыру маңызды екендігі айтылады.

Мамандық таңдауды тек қызмет деп таңдамау керек, ол – адамның өмір салты, өзін-өзі таныту жолы, қоғамға тигізер үлесі деп білу маңызды. Сондықтан әр адам мамандық таңдауға саналы түрде қарап, жүрек қалауына, қабілетіне және болашақ өмірлік бағытына сай шешім қабылдауы қажет.

Кілт сөздер: Мамандық, кәсіби бағдар, психологиялық, кәсіби, жоғары сынып.

Abstract

The article emphasizes that choosing a profession is a significant and responsible step that defines a person's life path. It is not only about determining a career direction but also about making a decision that shapes one's future social, economic, and spiritual well-being. Through their profession, a person finds their place in society, realizes their abilities, and develops their personal potential. A well-chosen profession is not just a source of income but also a primary means of self-discovery, fulfilling one's potential, and securing a meaningful place in the community. A properly selected profession directly influences a person's quality of life, psychological well-being, and social status.

The importance of a profession is also measured by its multifaceted impact on a person's life. It shapes an individual's lifestyle, leisure activities, circle of communication, and even their way of thinking and value system. Through their profession, a person contributes to society, finds their rightful place, and achieves personal growth and success.

For high school students, it is especially important to identify their interests, abilities, life values, and future goals when choosing a profession. This decision requires internal readiness, psychological stability, and thorough reflection. The family, school, peers, career guidance counselors, school psychologists, social educators, and the broader social environment all play significant roles in this process. Recognizing one’s abilities, considering labor market demands, and evaluating future prospects are key to successful career choice. When a child’s abilities are identified early and guided according to their uniqueness and educational level, it helps pave the way toward a fulfilling professional future. Career guidance is widely recognized as an effective method of directing young people toward the world of work by considering their interests and opportunities. A person who chooses a profession based on their dreams not only benefits society but also leads a more engaging and meaningful life.

The article also stresses the importance of organizing frequent professional orientation activities to explore the features of modern professions and their value to society.

A profession should not be seen merely as a job; it is a way of life, a path to self-actualization, and a contribution to society. Therefore, every person must approach career choice consciously, making decisions based on their passion, abilities, and long-term aspirations.

Keywords: Profession,career guidance, psychological, professional, high school

EFFECT OF INDOLE-3-ACETIC ACID (IAA) ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF BEAN (PHASEOLUS)

ҮРМЕБҰРШАҚ (PHASEOLUS) ӨСУІ МЕН ДАМУЫНА ИНДОЛИЛ СІРКЕ ҚЫШҚЫЛЫНЫҢ (ИСҚ) ӘСЕРІ

Ж.М.Бұхарбаева[1], Ж.М.Ералиева[2], Қ.М.Букарбаев[3]

Аңдатпа

Үрмебұршақ (Phaseolus) – ауыл шаруашылығында кеңінен қолданылатын, жоғары қоректік құндылығы бар дақылдардың бірі. Бұл өсімдік түрлері, әсіресе, Қазақстанның климаттық жағдайларында өсіру үшін маңызды болып табылады. Алайда, үрмебұршақтың өнімділігі мен сапасы көбінесе агрономиялық практикалар мен өсімдіктердің физиологиялық жағдайына байланысты. Соңғы жылдары ауыл шаруашылығында өсімдіктердің өсуі мен дамуына әсер ететін биологиялық активті заттарды қолдану мәселесі өзекті болып отыр. Индолил сірке қышқылы (ИСҚ) – өсімдіктердің өсуі мен дамуын реттейтін фитогормондардың бірі, ол өсімдіктердің физиологиялық процестеріне әсер ете отырып, олардың өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді.Бұл мақалада ИСҚ-ның үрмебұршақтың морфологиялық және физиологиялық көрсеткіштеріне әсері зерттеледі. Зерттеу жұмысының өзектілігі Қазақстанда ауыл шаруашылығында үрмебұршақтың төмен өнімділігі мен агрономиялық практикалардың жетілмегендігімен байланысты өнімділікті арттыру үшін жаңа технологиялар мен әдістерді енгізу қажеттілігіне байланысты. Индолил сірке қышқылының өсімдіктердің физиологиялық параметрлеріне әсерін зерттеу бақылау жасау, ғылыми зерттеулер жүргізу арқылы ИСҚ қолданудың субстанциясының концентрациясы мен түрін реттеу маңызды, себебі өсімдіктің өсу параметрлерін бағалаусыз ИСҚ қолдану экономикалық тұрғыда тиімсіз болуы мүмкін. Зерттеу тәжірибесі көрсетуінше, агрономия саласында үрмебұршақты өсіруде индолил сірке қышқылының (ИСҚ) 1,5 мг/л мөлшерін қолдану мықты тамыр жүйесінің пайда болуы мен бойлық өсуіне қолайлы жағдай жасайды, жапырақтардың көлемінің ұлғаюы, өнімділіктің артуына мүмкіндік береді және экономикалық тиімді болмақ.

Түйінді сөздер: Индолил сірке қышқылы (ИУК), үрмебұршақ (Phaseolus), өнімділік, ауыл шаруашылығы, оңтайлы деңгей, өсімдіктің өсуі, өсімдіктің дамуы.

Abstract

Bean (Phaseolus) is one of the widely used agricultural crops with high nutritional value. This plant species is especially important for cultivation under the climatic conditions of Kazakhstan. However, the yield and quality of beans largely depend on agronomic practices and the physiological condition of plants. In recent years, the use of biologically active substances that influence plant growth and development has become a relevant issue in agriculture. Indole-3-acetic acid (IAA) is one of the phytohormones that regulate plant growth and development. It affects physiological processes, thereby enhancing productivity. This article examines the impact of IAA on the morphological and physiological characteristics of beans. The relevance of this study is associated with the low productivity of beans in Kazakhstan and the insufficient level of agronomic practices, necessitating the introduction of

new technologies and methods to increase yield. Studying the effect of indole-3-acetic acid on plant physiological parameters through observations and scientific research allows for determining the optimal concentration and application method of IAA. This is crucial because using IAA without assessing growth parameters may be economically inefficient. The experimental results showed that applying IAA at a concentration of 1.5 mg/L promotes the formation of a strong root system, enhances longitudinal growth, increases leaf area, boosts productivity, and proves to be an economically viable solution for bean cultivation in agronomy.

Keywords: Indole-3-acetic acid (IAA), bean (Phaseolus), productivity, agriculture, optimal level, plant growth, plant development.

Кіріспе

Қазіргі кезде өсімдіктерде ауксиндер, гиббереллиндер, цитокининдер, абсциз қышқылы, этилен және брассиностероидтер табылған.Алғашында оларды өсуді ынталандырушы және тежегіштер деп бөлген. Алайда, кейінгі зерттеулердің нәтижесінде бір гормон бір үдерісті ынталандырып, екіншісін тежейтіндігі анықталды. Гормондар полиқызметтік және бір реакцияны емес, тұтас физиологиялық бағдарламаны іске қосады. Жауап беру реакциясы қосылған соң гормон не бұзылады, не қызметінен айырылады. Ғалымдар қазіргі таңда келесі қорытындыға келді: қандай болмасын мүшенің әр даму кезеңінде оның ішінде әр гормонның белгілі мөлшері тұрақты болуы керек. Тіпті гормондық гомеостаз деген арнайы ұғым да енгізілген (Д.Мок, АҚШ)[1]. Соңғы жылдары жоғарыда аталған гормондардан басқа жаңа фитогормондар: брассиностероидтер, жасмон қышқылы, салицил қышқылы ашылды. Брассиностероидтер – стероидті заттар, фотоморфогенез үдерісіне қатысады[2]. Жасмон қышқылы және оның метилді эфирі жемістердің пісіп-жетілуін және тамырлардың өсуін, мұртшалардың иілуін, өміршеңді тозаңның пайда болуын, өсімдіктердің зиянкестер мен патогендерге төзімділігін бақылайды[3]. Гормондардан басқа өсуді фенолдық заттар – кумарин, даршын (β-фенилакрил) қышқылы және т.б. тежейді. Фенолдық ингибиторлар ұлпаларда өсімдіктің тыныштық күйге ауысуы немесе организмнің қартаюы кезінде жиналады[4].Фенолдық қосылыстар ИСҚ мөлшерін азайту, ал ИСҚ-оксидазаның белсенділігін жоғарлату арқылы өсуді тежейді. Сонымен қатар, олар фосфорлану мен электрон тасымалдану арасындағы байланысты жойып, өсімдіктегі энергия пайда болуын тежейді. Брассиностероидтер – стероидті заттар, фотоморфогенез үдерісіне қатысады[5]. Жасмон қышқылы және оның метилді эфирі жемістердің пісіп-жетілуін және тамырлардың өсуін, мұртшалардың иілуін, өміршеңді тозаңның пайда болуын, өсімдіктердің зиянкестер мен патогендерге төзімділігін бақылайды[6]. Фитогормондардың белгілі тобы болып табылтын ауксиндер клетканың созылып өсуіне ғана емес, сонымен бірге оның бөлінуіне де белсенді әсер ететіні ертеден белгілі[7]. Бүршіктердің жарылуы мен ағаш камбийінің қызметі арасында өзара тығыз байланыс болатыны ауксиндер ашылғанға дейін ақ белгілі еді. Ауксиндер қалемшелерде тамыр түзілуіне септігін тигізеді, олардың мұндай маңызды физиологиялық қасиетінің практикада айырықша маңызы бар. Ауксинмен түрліше вариантта өңдеу, сондай ақ әртүрлі жасанды ауксиндерді пайдалану, тіпті әдеттегі жағдайларда нашар тамырланатын қалемшелерді де тамырландыруға мүмкіндік береді [8]. ИСК өсімдікте көптеген физиологиялық процестерді реттеуде ерекше орын алады, олар тамырлардың, жапырақтардың және жемістердің өсуі мен дамуы үшін қажетті механизмдермен байланысты [9]. Индолил сірке қышқылының өсімдіктердегі әсері олардың метаболизміндегі өзгерістермен тығыз байланысты. Бұл

заттың концентрациясына және өсімдіктің түрлеріне байланысты болғандықтан, ИСҚ өсімдіктің дамуындағы рөлі түрліше болуы мүмкін [10].

Зерттеу әдістері мен материалдары. Зерттеу нысаны Үрмебұршақ (Phaseolus vulgaris) - гүлді өсімдіктер (Angiosperms) бөлімі, қосжарнақтылар (Eudicots) класы, бұршақтәрізділер (Fabales) реті, бұршақтар (Fabaceae) тұқымдасы, Фасоль (Phaseolus) туысы, кәдімгі үрмебұршақ (Phaseolus vulgaris) түріне жататын құнды азықтық және малазықтық дақыл, құрамында жоғары мөлшерде ақуыз, көмірсу және дәрумендер бар. ИСҚ үрмебұршақтың өсуі мен дамуына айтарлықтай әсер етеді. Дегенмен, әсері концентрация мен қолдану әдісіне байланысты. Оңтайлы мөлшерін анықтау өнімділікті арттыру үшін маңызды.

1. Ерітінділер дайындау: Зерттеу үшін ИСҚ (0.5, 1.5 мг/л) аралығындағы концентрациялар пайдаланылады. Бұл әртүрлі өсу сатыларындағы әсерді бақылауға мүмкіндік береді. Бір топ ИСҚ-сыз, екіншісі ИСҚ (0.5, 1.5 мг/л) концентрациядағы қосылған ерітіндіде өсірілді. Дайындау әдісі: бастапқы ерітіндіні дайындау (1 г/л концентрациясы) 1 г ИСҚ ұнтағы 1 литр дистилденген суда ерітілді. Нақты концентрацияларды дайындау (0.5, 1.5 мг/л) мына формула арқылы концентрациялар сұйылтылды:

$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$ Мұнда:

C_1 – бастапқы ерітіндінің концентрациясы (мг/л),

V_1 – қажетті көлем (мл) бастапқы ерітіндіден,

C_2 – соңғы концентрация (мг/л),

V_2 – соңғы ерітіндінің көлемі (мл).

100 мл ерітінді дайындау үшін:

1) 0.1 мг/л ерітінді:

$$V_1 = \frac{0.1 \times 100}{1000} = 0.01 \text{ мл}$$

0.01 мл бастапқы ерітінді алып, 99.99 мл дистилденген сумен араластырылды

2) 0.5 мг/л ерітінді:

$$V_1 = \frac{0.5 \times 100}{1000} = 0.05 \text{ мл}$$

0.05 мл бастапқы ерітінді + 99.95 мл су

3) 1.5 мг/л ерітінді:

$$V_1 = \frac{1.5 \times 100}{1000} = 0.15 \text{ мл}$$

0.15 мл бастапқы ерітінді + 99.85 мл су

2.Өсіру жағдайларын дайындау: өсімдік материалы үрмебұршақ тұқымдары. Өсіру ортасы: құрамында ИСҚ (0.5, 1.5 мг/л) концентрациядағы қоректік ерітінділер.Өсіру әдісі: Петри табақшаларында 12 сағаттық жарық фотопериоды, температура 22–25°C.,3-күндік бақылау.

3.Негізгі зерттелетін параметрлер:

1. Үрмебұршақ тұқымының өну көрсеткіштеріне ИСҚ әсерін зерттеу (өну көрсеткіштері, өну қарқыны, өну пайызы, өну уақыты);
2. Үрмебұршақ өскіндерінің морфологиялық параметрлеріне ИСҚ әсерін зерттеу (сабақ және тамыр ұзындығы, жанама тамырлар саны, тармақталу деңгейі, жапырақ мөлшері мен саны).

Үрмебұршақ тұқымының өну көрсеткіштеріне (ИСҚ) индолил сіркеқышқылы әсерін зерттеу

ИСҚ (өсу стимуляторлары немесе химиялық қосылыстар) үрмебұршақтың өсуі мен дамуына әсерін тигізгенімен, олардың тиімділігі концентрациясына, қолдану уақытына және әдісіне байланысты өзгеріп отырады. Оңтайлы мөлшерін анықтау үшін бірнеше факторларды ескеру қажет: өсімдіктерге тым көп ИСҚ қолдану фитоуыттылыққа (улы әсерге) алып келуі мүмкін, ал тым аз мөлшерде қолдану әсер бермеуі мүмкін. Ғылыми зерттеулерде жиі қолданылатын концентрациялар 10^{-6} М - 10^{-3} М аралығында болады. Молярлық концентрацияны (М) мг/л-ға айналдыру үшін келесі формуланы қолданамыз: мг/л=М×молярлық масса (г/моль)×1000 Бұл есептеу үшін зерттеліп отырған заттың молярлық массасын білу қажет. ИСҚ химиялық формуласы: $C_{10}H_9NO_2$

молярлық массасы: 175.18 г/моль

10^{-6} М – 10^{-3} М концентрацияларын мг/л-ға айналдыру:

мг/л=М×175.18×1000

10^{-6} М: 10^{-6}×175.18×1000=0.17518 мг/л

10^{-3} М: 10^{-3}×175.18×1000=175.18 мг/л

Қорытынды:

10^{-6} М ИСҚ = 0.175 мг/л

10^{-3} М ИСҚ = 175.18 мг/л

Осылайша, ИСҚ ғылыми зерттеулерде 0.175 – 175.18 мг/л аралығында қолданылады.Ингибиторлық салыстырмалы концентрация (ИСҚ) диапазонына байланысты төмен, орташа немесе жоғары деп бағаланады.0.5 мг/л - 1.5 мг/л ИСҚ орташа концентрацияға жататынддығын келесі жалпы классификациядан көруге болады:

Төмен концентрация: <0.1 мг/л

Орташа концентрация: 0.1 – 10 мг/л

Жоғары концентрация: >10 мг/л

Осы шкалаға сәйкес 0.5 – 1.5 мг/л орташа концентрацияға жатады.

Бірақ нақты көрсеткіш өсімдік түріне және препараттың түріне байланысты өзгереді.Себу алдында үрмебұршақ тұқымдарын ИСҚ ерітіндісіне батырып өңдеу өсудің бастапқы кезеңінде жақсы нәтиже береді. Өсу кезеңінде ИСҚ жапырақ арқылы бүркілсе, фотосинтез қарқындылығы мен өсу қарқынын арттырады.Топырақ арқылы енгізу тамыр жүйесінің дамуына ықпал етеді.ИСҚ қолданудың ең тиімді кезеңдері — вегетацияның бастапқы фазасы мен гүлдеу алдындағы кезең.Оңтайлы мөлшерді нақты анықтау үшін зертханалық сынақтар жүргізу керек. Бұл тәжірибелер өсімдіктің биомассасын, өнімділігін және сапасын бағалауға көмектеседі.Үрмебұршақ тұқымының өну көрсеткіштеріне (ИСҚ) индолил сіркеқышқылы әсерін зерттеудің негізгі параметрлер:

үрмебұршақ тұқымының өну көрсеткіштері (өну көрсеткіштері, өну қарқыны, өну пайызы, өну уақыты) қарастыруға алынды.Оны 1- суреттен көруге болады.



A *B* *C*

A- бақылау *B- 0.5 мг/л ИСҚ* *C-1.5 мг/л ИСҚ*

Сурет 1- ИСҚ (0.5, 1.5 мг/л) үрмебұршақ тұқымына әсері

1. Тұқымның өну көрсеткіштері:

Бақылау тобы: өну жылдамдығы тұрақты деңгейде сақталды.

0.5 мг/л ИСҚ: өну қарқыны төмендеді.

1.5 мг/л ИСҚ: өну көрсеткіші бақылау тобынаған қарағанда жоғары болды.

2. Өну қарқыны:

1.5 мг/л ИСҚ: бақылау тобымен салыстырғанда тұқымдар тезірек өне бастады.

0.5 мг/л ИСҚ: өну жылдамдығы баяулады.

3. Өну пайызы:

Бақылау тобы: 85-90%.

1.5 мг/л ИСҚ: 95%.

0.5 мг/л ИСҚ: 80-85%.

4. Өну уақыты:

1.5 мг/л ИСҚ: 24 сағат ішінде.

0.5 мг/л ИСҚ: 24-36 сағат.

Оны 1- кестеден,1-диаграммадан көруге болады.

1-кесте

Тұқымының өну көрсеткіштеріне (ИСҚ) әсері

ИСҚ концентрациясы (мг/л)	Өну пайызы (%)	Өну уақыты (сағат)
0 (бақылау тобы)	85-90	24-36
0.5	80-85	24-36
1.5	95	24



Диаграмма 1- Тұқымының (ИСҚ) өну пайызы

1. 1.5 мг/л ИСҚ қосылған кезде үрмебұршақ тұқымдарының өну көрсеткіштері жоғарылады, өну уақыты қысқарды.
2. 0.5 мг/л ИСҚ концентрациясында өну көрсеткіштері аздап төмендеді.
3. Бақылау тобымен салыстырғанда, ИСҚ-ның оңтайлы мөлшері 1.5 мг/л екенін анықталды.

2. Үрмебұршақ өскіндерінің морфологиялық параметрлеріне ИСҚ әсерін зерттеу

Индолилсірке қышқылының (ИСҚ) үрмебұршақ өскіндерінің морфологиялық параметрлеріне әсерін 2,3,4,5- кестелерде, 2-суретте,2,3,4,5 -диаграммаларда берілген зерттеу бағыттарынан көруге болады.

2-кесте

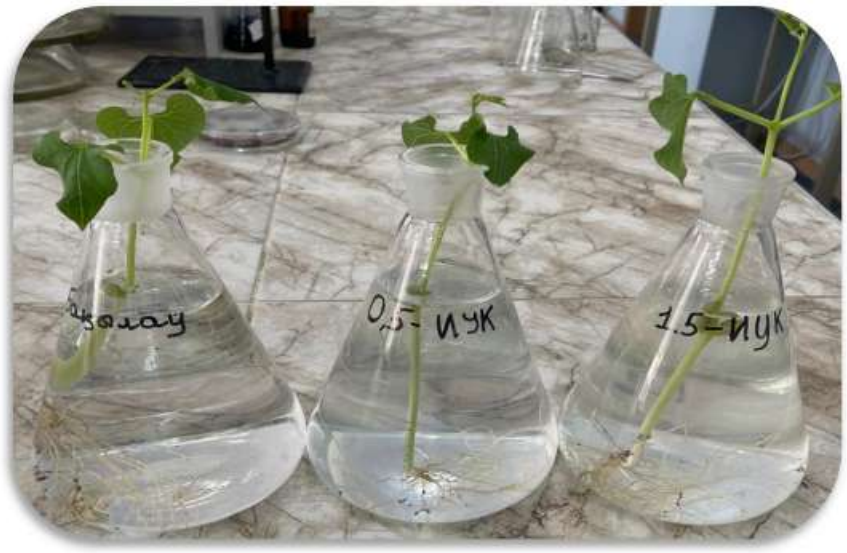
ИСҚ үрмебұршақ өскіндерінің морфологиялық параметрлеріне әсері

Параметр	*Бақылау тобы*	*0.5 мг/л ИСҚ*	*1.5 мг/л ИСҚ*
Өсімдік биіктігі (%)	95 ±100	95±100	115±120
Сабақ ұзындығы (см)	10±15	9±14	12±18
Тамыр ұзындығы (см)	10±12	8±10	15±20
Жанама тамырлар саны	5±7	3±5	7±10
Тармақталу деңгейі	3±4 (жақсы)	2±3 (орташа)	1±2 (әлсіз)
Жапырақ мөлшері (см)	4±6	4±6	6±8
Жапырақ саны (дана)	5±7	5±7	8±10

1.Өсімдік биіктігі, сабақ ұзындығы:

1.5 мг/л концентрацияда өсімдік биіктігі бақылау тобынан 15-20% ұзын болды.

0.5 мг/л концентрациясында өсімдік биіктігі сәл төмендеді, бірақ бақылау тобымен салыстырғанда айтарлықтай айырмашылық болмады.Оны 2- суреттен, 3- кестеден көруге болады.



Сурет 2- Үрмебұршақ өскіндерінің морфологиялық параметрлеріне ИСҚ әсері

3- кесте

Өсімдік биіктігі, сабақ ұзындығы

Параметр	*Бақылау тобы*	*0.5 мг/л ИСҚ*	*1.5 мг/л ИСҚ*
Өсімдік биіктігі (%)	95 ±100	95±100	115±120
Сабақ ұзындығы (см)	10±15	9±14	12±18

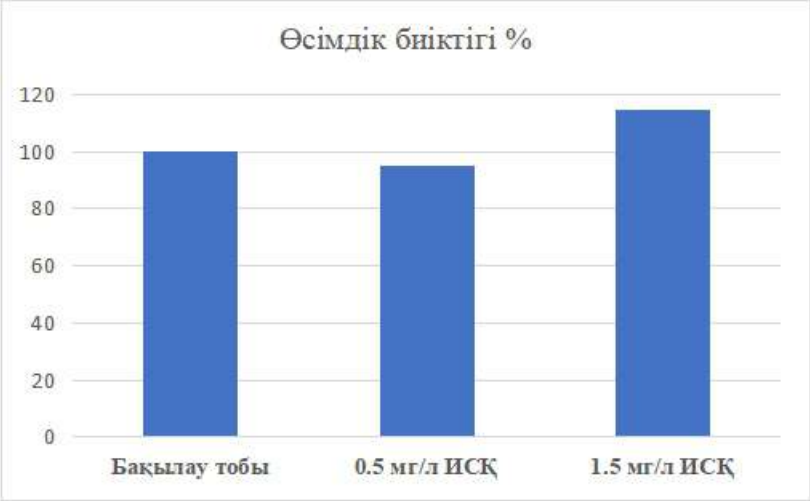


Диаграмма - 2 ИСҚ үрмебұршақ биіктік сабақ ұзындығына әсері



Диаграмма – 3 ИСҚ үрмебұршақ сабақ ұзындығына әсері

2. Өсімдік тамыр жүйесі:

Жалпы ұзындық: 1.5 мг/л концентрациясында тамырдың ұзындығы ең жоғары болды. 0.5 мг/л деңгейінде тамырлардың дамуы бәсеңдеді. Жанама тамырлар саны: 1.5 мг/л концентрациясында жанама тамырлардың саны көбірек, ал 0.5 мг/л концентрациясында олар өте аз. Тармақталу деңгейі төмен концентрацияларда жақсы дамыған, жоғары концентрацияда тамырлар әлсіз болды.

4- кесте

ИСҚ үрмебұршақ тамыр жүйесіне әсері

Параметр	*Бақылау тобы*	*0.5 мг/л ИСҚ*	*1.5 мг/л ИСҚ*
Тамыр ұзындығы (см)	10±12	8±10	15±20
Жанама тамырлар саны	5±7	3±5	7±10
Тармақталу деңгейі	3±4 (жақсы)	2±3 (орташа)	1±2 (әлсіз)



Диаграмма 4- Тамыр жүйесінің ИСҚ өсу көрсеткіші

3.Жапырақ мөлшері мен саны:

1.5 мг/л концентрациясында жапырақтардың ауданы мен саны артып, өсімдік жақсы дамыды. 0.5 мг/л деңгейінде жапырақтардың мөлшері орташа болды. Орташа (0.5 мг/л) концентрациясы өсімдік дамуына айтарлықтай теріс әсер етпеді, бірақ тамыр жүйесінің әлсіреуіне алып келді.

5- кесте

ИСҚ үрмебұршақ жапырақ мөлшері мен санына әсері

Параметр	*Бақылау тобы*	*0.5 мг/л ИСҚ*	*1.5 мг/л ИСҚ*
Жапырақ мөлшері (см)	4±6	4±6	6±8
Жапырақ саны (дана)	5±7	5±7	8±10

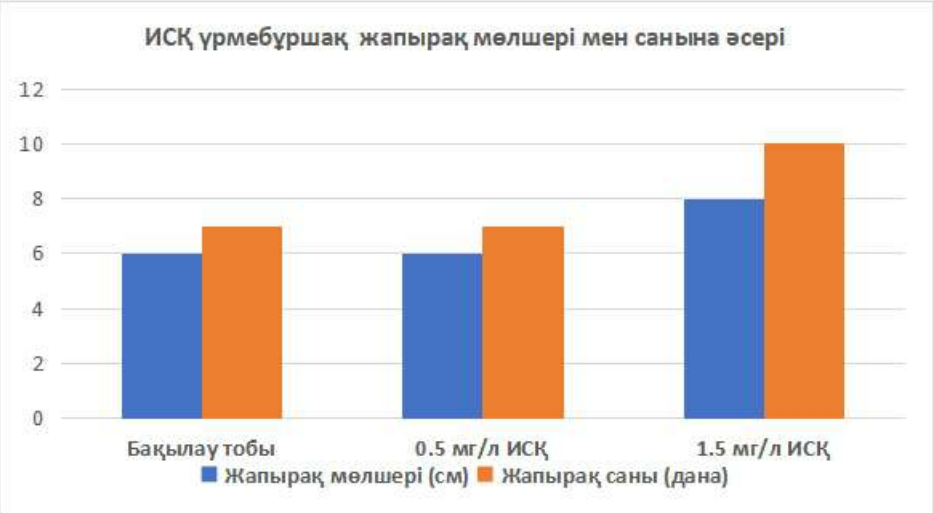


Диаграмма 5- Үрмебұршақ жапырақ мөлшері мен санына әсері ИСҚ әсері

6-кесте

Үрмебұршақ өскіндерінің морфологиялық параметрлеріне ИСҚ әсері

Параметр	*Бақылау тобы*	*0.5 мг/л ИСҚ*	*1.5 мг/л ИСҚ*
Өсімдік биіктігі (%)	100%	95-100%	115-120%
Сабақ ұзындығы (см)	Орташа	Сәл қысқа	Ұзын
Тамыр ұзындығы (см)	Орташа	Бәсеңдеген	Ең жоғары
Жанама тамырлар саны	Орташа	Аз	Көп
Тармақталу деңгейі	Жақсы	Орташа	Әлсіз
Жапырақ мөлшері	Орташа	Орташа	Үлкен
Жапырақ саны	Орташа	Орташа	Көп

1.5 мг/л ИСҚ концентрациясы үрмебұршақ өскіндерінің дамуын оңтайлы ынталандырды. Бұл концентрацияда өсімдік биіктігі, сабақ ұзындығы, тамыр жүйесінің дамуы, жапырақ мөлшері мен саны бақылау тобымен салыстырғанда жоғары болды.

0.5 мг/л ИСҚ концентрациясы өсімдіктің жалпы дамуына айтарлықтай теріс әсер етпеді, бірақ тамыр жүйесінің дамуын бәсеңдетті. Жанама тамырлардың саны аз болды, өсімдік биіктігі сәл төмендеді.

ИСҚ концентрациясын оңтайлы деңгейде ұстау өсімдіктің дұрыс дамуы үшін маңызды. 1.5 мг/л концентрациясы өсімдіктің өсуін ынталандырып, морфологиялық параметрлерін жақсартты, ал 0.5 мг/л концентрациясында кейбір көрсеткіштер төмендегенімен, өсімдік қалыпты дамыды.

Бұл зерттеу нәтижелері ИСҚ концентрациясының өсімдіктің морфологиялық көрсеткіштеріне тікелей әсер ететінін көрсетті.

Қорытынды. Зерттеулер барысында ИСҚ-ның концентрациясына байланысты үрмебұршақ өсімдігінің физиологиялық параметрлерінде маңызды айырмашылықтар байқалды. ИСҚ-ның 1,5 мг/л деңгейінде қолдану үрмебұршақтардың өсімдігіне оң әсер етті. ИСҚ 1.5 ерітіндісінің физиологиялық әсерлері, тамыр,сабақ, жапырақ жүйесінің белсенді өсуін қамтамасыз етіп, стресс жағдайында өсімдіктің қалпына келуіне септігін тигізді. ИСҚ тамырдан келетін су мен қоректік заттардың белсенділігін арттырады, осылайша өнімділікті жоғарылата алады. Сонымен қатар, ИСҚ қарсы әсер ететін, токсиндерді жоюшы құрал ретінде де қызмет ете алады. Үрмебұршақты өсіруде индолил сірке қышқылының (ИСҚ) 1,5 мг/л мөлшерін қолдану мықты тамыр жүйесінің пайда болуы мен бойлық өсуіне қолайлы жағдай жасайды, жапырақтардың көлемінің ұлғаюы, өнімділіктің артуына мүмкіндік береді және экономикалық тиімді болмақ. Осылайша, алынған нәтиже қорытындылары ауыл шаруашылығында үрмебұршақтың өнімділігін арттыруға бағытталған жаңа тәсілдер мен технологияларды дамытуға мүмкіндік береді. ИСҚ-ның өсімдіктердің физиологиялық параметрлеріне әсері туралы мәліметтер, фермерлер мен агрономдарға тиімді өсіру технологияларын қолдануға көмектеседі. Бұл, өз кезегінде, ауыл шаруашылығы өнімдерінің сапасын арттыруға және фермерлердің табысын көбейтуге ықпал етеді. Зерттеуіміздің нәтижелері, ауыл шаруашылығында экологиялық таза және тиімді әдістерді қолдану қажеттілігін көрсетеді, бұл болашақта ауыл шаруашылығының тұрақтылығын қамтамасыз етуге ықпал етеді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Өсімдіктердің екіншілік метаболизмі - Википедия [Электронный ресурс] // tr-page.yandex.ru

2. Savithiry S. Natarajan, M.A. Pastor-Corrales, Farooq H. Khan, Wesley M. Garrett. Proteomic Analysis of Common Bean (Phaseolus vulgaris L.) by Two-Dimensional Gel Electrophoresis and Mass Spectrometry // Journal of Basic & Applied Sciences. – 2013. – № 9. – P. 424-437.

3. Rodiño A.P., Monteagudo A.B., de Ron A.M. Santalla M. Ancestral landraces of common bean from the South of Europe and their agronomical value for breeding programs // Crop Science. – 2009. – № 49. – P. 2087-2099.

4. Kabagambe E.K., Baylin A., Ruiz-Narvarez E., Siles X., Campos H. Decreased consumption of dried mature beans ispositively associated with urbanization and nonfatal acutemyocardial infarction // Journal Nutr. – 2005. – № 135. – P. 1770–177

5. Өсімдіктер клеткасының физиологиясы. Educational Sciences... [Электронный ресурс] // eduindex.kz

6. Үрмебұршақ (Phaseolus) өсуі мен дамуына индолил сірке... [Электронный ресурс] // essebot.ru

7. Индол-3-сірке қышқылы - Википедия [Электронный ресурс] // tr-page.yandex.ru

8. Индолилмасляная кислота (ИМК) для стимулирования... [Электронный ресурс] // www.dfogorod.ru

9. Индолил-3-масляная кислота ИМК (C12H13NO2) - 3 грамма [Электронный ресурс] // greenagrolab.ru

10. Индолил-3-масляная кислота — Википедия [Электронный ресурс] // ru.wikipedia.org

THE IMPORTANCE OF EMOTIONAL INTELLIGENCE IN HUMAN LIFE
ЭМОЦИОНАЛДЫ ИНТЕЛЛЕКТІНІҢ АДАМ ӨМІРІНДЕГІ МАҢЫЗЫ

Белек Айнур Шомшекбайқызы*

Түйіндеме

Қазіргі заман талабына сай тұлғалық қарым-қатынас, өзін-өзі басқару, эмпатияны дамыту және эмоционалды интеллектіні дамытуға көп мән берілуде. Эмоционалды интеллект-адамның өзінің және басқа адамдардың эмоциясын тану, басқара алу қабілеті. Эмоционалды интеллект Даниэл Гоулманның еңбегі жарық көргеннен кейін, кең етек ала бастады. Д.Гоулманның пікірінше, эмоционалды интеллект когнитивті интеллекттен маңызы кем емес, әсіресе, әлеуметтік және кәсіби салада. Эмоционалды интеллект өзін-өзі тану, өзін-өзі реттеу, ішкі мотивацмя, эмпатия, әлеуметтік дағдылар сияқты компоненттерді қамтиды. Бұл қабілеттердің қалыптасуы бейімделгіш мінез-құлық, стресстік жағдайларға төзімділікті, кәсіби қызметтің тиімділігін дамытуда маңызды рөл атқарады. Эмоционалды интеллектіні дамыту мектеп жасына дейінгі ролін ерекше атап өту керек жөн, себебі дәл осы уақытта баланың тұлғалық қалыптасуы, стресстік жағдайда жауап беруі басталады. Эмоционалды интеллектісі жоғары балалар қақтығысты жеңіл шешу жолдарын біледі, құрдастарымен жағымды қарым-қатынас орната алады, сезімдерін білдіре алады. Өсе келе ересек адамда бұл, жаңа әлеуметтік ортада сәтті бейімделуге, табысты қарым-қатынас орнату мен көшбасшылық қабілеттің алға жылжуда баспалдақ ретінде қаланып, эмоционалды жанудың төмендеуіне әкелетіні сөзсіз.

Қазіргі білім беру және тәрбие саласында эмоционалды сауаттылықты дамыту элементтерін қамтуда. Эмоцияларды тану, арт-терапия тәжірибелері, топтық талқылау, эмпатияна дамытуға арналған әдістер-бұл эмоционалды интеллектінің дамуына зор үлес қосады. Сонымен, эмоционалды интеллектінің адам өмірін жақсарту мен жеңілдетуде, тұлғалық және әлеуметтік дамуында маңызын атап өттік. Оны дамытудың адамның психологиялық саулығы, өзімен гармонияда өмір сүруіне, сыртқы әлемнің факторларына жауап беруде тұрақты болуға көмектеседі. Эмоционалды сауатты адамды тәрбиелеу арқылы, қоғамға саналы тұлғаны дайындаймыз.

Кілт сөздер: эмоционалдық интеллект, тұлғалық қарым-қатынас, эмоционалдық сауаттылық, әлеуметтік дағдылар, өзін-өзі басқару

Abstract

In accordance with modern requirements, much attention is paid to interpersonal relationships, self-management, the development of empathy and the development of emotional intelligence. Emotional intelligence is a person's ability to recognize and manage his own and other people's emotions. Emotional intelligence began to gain popularity after the publication of the work of Daniel Goleman. According to D. Goleman, emotional intelligence is no less important than cognitive intelligence, especially in the social and professional spheres. Emotional intelligence includes components such as self-awareness, self-regulation, intrinsic motivation, empathy, and social skills. The development of these abilities plays an important role in the development of adaptive behavior, resilience to stressful situations, and the effectiveness of professional activities. The role of emotional intelligence in the development of preschool age should be

emphasized, because it is at this time that the child's personality begins to form, how to respond to stressful situations. Children with high emotional intelligence know how to easily resolve conflicts, establish positive relationships with peers, and express their feelings. As an adult, this will undoubtedly serve as a stepping stone to successful adaptation in a new social environment, building successful relationships, and developing leadership skills, leading to a decrease in emotional burnout.

Modern education and upbringing include elements of emotional literacy development. Methods for recognizing emotions, art therapy practices, group discussions, and developing empathy - these contribute significantly to the development of emotional intelligence. Thus, we have noted the importance of emotional intelligence in improving and facilitating human life, in personal and social development. Its development helps a person's psychological well-being, living in harmony with himself, and being stable in responding to factors of the external world. By educating an emotionally literate person, we prepare a conscious person for society.

Keywords: emotional intelligence, personal communication, emotional literacy, social skills, self-management

MATHEMATICS AND DIGITAL LITERACY
МАТЕМАТИКА ЖӘНЕ ЦИФРЛЫҚ САУАТТЫЛЫҚ

Базарбайқызы Жансая*

Түйіндеме

Бұл мақалада қазіргі заманғы білім беру жүйесінде математика мен цифрлық сауаттылық – білім алушының жан-жақты дамуына ықпал ететін негізгі құзыреттіліктердің бірі екені қарастырылады. Бұл екі бағытты қатар дамыту – білім алушылардың функционалдық сауаттылығын арттыруға, олардың заманауи технологиялармен жұмыс істеу дағдыларын қалыптастыруға негіз болады.

Математика және оның рөлі: Математика – логикалық және жүйелі ойлау, дәлелдеу, талдау, модельдеу сияқты дағдыларды дамытатын іргелі ғылым. Ол тек есептер шығару ғана емес, сонымен қатар нақты өмірдегі мәселелерді шешуде маңызды құрал ретінде қолданылады. Математиканы меңгеру арқылы білім алушының сыни ойлауы мен алгоритмдік танымы дамиды.

Цифрлық сауаттылықтың маңызы: Цифрлық сауаттылық – ақпараттық технологияларды тиімді және қауіпсіз қолдану дағдысы. Бұл сауаттылыққа компьютерлік бағдарламалармен жұмыс істеу, ақпаратты іздеу, бағалау, өңдеу, визуализациялау және киберқауіпсіздік ережелерін сақтау сияқты қабілеттер кіреді. Цифрлық сауатты адам – цифрлық әлемде еркін әрекет етіп, жаңа білім мен ақпаратты дұрыс қолдана алатын тұлға.

Математика мен цифрлық сауаттылықтың байланысы: Математика мен цифрлық сауаттылық өзара тығыз байланысты. Математикалық есептерді шешу барысында цифрлық құралдарды (калькуляторлар, графиктер бағдарламасы, Excel, GeoGebra) қолдану білім алушылардың қызығушылығын арттырып қана қоймай, білімді терең меңгеруге ықпал етеді. Сонымен қатар, программалау, модельдеу, статистикалық деректерді талдау сияқты дағдылар – осы екі саланың тоғысқан жерінде пайда болады.

Бұл мақаланы қорытындылай келе математика мен цифрлық сауаттылықты қатар дамыту – болашақ ұрпақтың цифрлық әлемге дайын, жан-жақты білімді, логикалық ойлайтын азамат болып қалыптасуының кепілі. Осы бағытта мұғалімдердің жаңа технологияларды тиімді пайдаланып, білім алушылардың қызығушылығын оята алуы – сапалы білім берудің маңызды шарты.

Кілт сөздер: Математика, Цифрлық сауаттылық, Ақпараттық технологиялар, Функционалдық сауаттылық, Логикалық ойлау, Алгоритмдік ойлау.

Abstract

In today’s modern education system, mathematics and digital literacy are two core competencies that contribute significantly to the comprehensive development of students. The integration of these fields enhances students’ functional literacy and equips them with essential skills to navigate and succeed in the digital world.

The role of mathematics: Mathematics is a fundamental science that develops logical and systematic thinking, reasoning, analysis, and modeling skills. It is not just about solving

equations but also about applying knowledge to solve real-life problems. Mastery of mathematics helps students build strong critical thinking and algorithmic reasoning abilities.

The Importance of Digital Literacy: Digital literacy refers to the ability to effectively and safely use digital technologies. It includes working with computer applications, searching for, evaluating, processing, and visualizing information, and adhering to cybersecurity principles. A digitally literate individual can navigate the digital space confidently and make informed use of technology and data.

The Connection Between Mathematics and Digital Literacy: Mathematics and digital literacy are closely interconnected. The use of digital tools (calculators, graphing software, Excel, GeoGebra, etc.) in solving mathematical problems increases student engagement and deepens understanding. Skills such as programming, modeling, and analyzing statistical data lie at the intersection of these two areas, fostering both computational and technological competencies.

Developing both mathematics and digital literacy in parallel is essential for preparing future generations to be well-rounded, logical thinkers and responsible digital citizens. Teachers play a key role in this process by effectively integrating modern technologies into the learning environment and inspiring students to explore and apply their knowledge creatively.

Keywords: Mathematics, Digital literacy, Information technology, Functional literacy, Logical thinking, Algorithmic thinking.

SHATYRGUL MOTIF IN KAZAK RUGS: AN ANALYSIS OF THE WEAVING TRADITION IN THE KYZYLORDA REGION

KAZAK HALILARINDA ŞATIRGÜL MOTİFİ: KIZILORDA BÖLGESİ DOKUMA GELENEĞİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

Yenlik TURSUNOVA *

Özet: Halı dokumacılığı, Kazakistan'da yüzyıllardır nesilden nesile aktarılan, halkın kültürel mirasını ve estetik anlayışını yansıtan köklü bir gelenektir. Kazak halılarında kullanılan motifler, toplumun inanç sistemi, doğa ile olan ilişkisi ve sanatsal anlatım biçimleriyle şekillenmiştir. Bu motifler arasında yer alan Şatırgül (Çadırgül) motifi, özellikle Kazakistan'ın Kızılorda bölgesinde yaygın olarak dokunan ve geleneksel halı sanatında önemli bir yere sahip olan karakteristik bir süsleme unsurudur. Bu çalışmanın amacı, Kızılorda Tarih Müzesi'nden temin edilen altı Şatırgül motifli halıyı desen, renk, teknik ve kültürel bağlam açısından inceleyerek motifin bölgesel kullanım özelliklerini ve anlamlarını tespit etmektir. Araştırmada tarama yöntemi kullanılmış ve ayrıntılı bir analiz gerçekleştirilmiştir. İncelemeler sonucunda, Şatırgül motifinin genellikle merkezi kompozisyonlarda yer aldığı, baskın olarak kırmızı ve mavi tonlarının tercih edildiği ve motifin koruma, bereket ve uyum gibi sembolik anlamlar taşıdığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Kazak halıları, Şatırgül motifi, Kızılorda bölgesi, geleneksel dokuma, motif analizi*

Abstract: Carpet weaving is a deep-rooted tradition in Kazakhstan, passed down from generation to generation for centuries, reflecting the cultural heritage and aesthetic perception of the people. The motifs used in Kazakh carpets are shaped by the society's belief system, its relationship with nature, and artistic expression styles. Among these motifs, the Shatyrgul (Çadırgül) motif is a characteristic decorative element that is widely woven in the Kyzylorda region and holds a significant place in traditional carpet art. This study aims to examine six Shatyrgul motif carpets obtained from the Kyzylorda History Museum in terms of pattern, color, technique, and cultural context to determine the regional usage characteristics and meanings of the motif. The research was conducted using a survey method, and a detailed analysis was carried out. The findings reveal that the Shatyrgul motif is generally placed in central compositions, predominantly features red and blue tones, and carries symbolic meanings related to protection, prosperity, and harmony.

Keywords: *Kazakh carpets, Shatyrgul motif, Kyzylorda region, traditional weaving, motif analysis*

Giriş

Halı dokumacılığı, Türkistan'ın ve özellikle Kazakistan'ın köklü tarihine dayanan önemli bir el sanatı geleneğidir. Yüzyıllar boyunca göçebe bir yaşam süren Kazak Türkleri, doğayla uyum içinde yaşamış ve sahip oldukları doğal kaynakları en verimli şekilde değerlendirmiştir. Hayvancılığın temel geçim kaynaklarından biri olduğu Kazak toplumunda, hayvanlardan elde edilen yün, et, süt, boynuz ve kemik gibi malzemeler yalnızca günlük ihtiyaçları karşılamakla kalmamış, aynı zamanda el sanatlarının gelişiminde de önemli bir rol oynamıştır. Geleneksel dokuma sanatı, bu doğal kaynakları estetik ve işlevsel bir biçimde işleyerek konar-göçer kültürün özgün bir yansıması haline gelmiştir.

Alimbay (2020: 56), Kazak dokuma ürünlerini beş temel gruba ayırmaktadır: **tüylü halı** (qalı kilem), **tüysüz halı** (tıqır kilem veya taz kilem), **alaşa** (kilim), **tus kilem** (duvar halısı) ve **küçük ölçekli dokuma ürünleri**. Bu son grup, bohça, heybe, çuval ve yastık gibi işlevsel dokuma eşyalarını içermektedir. Görüldüğü üzere halılar temel olarak tüylü ve tüysüz olmak üzere iki ana kategoriye ayrılmaktadır. Özellikle el dokuması tüylü halılar, dayanıklılığı ile öne çıkmaktadır. Uygun şekilde muhafaza edildiklerinde uzun yıllar boyunca kullanılabilmektedir. Tüylü halı üretiminde koyun, keçi ve deve yünü gibi doğal liflerin yanı sıra pamuk, ipek, keten ve kenevir iplikleri de kullanılmaktadır.

1949 yılında Altay Dağları'ndaki Pazırık Kurganları'nda gerçekleştirilen arkeolojik kazılar sırasında, MÖ 5-4. yüzyıllara tarihlenen tüylü bir halı keşfedilmiştir. Hun kavimlerine ait olduğu belirlenen bu halı, günümüze ulaşan en eski düğümlü halı olarak kabul edilmekte olup, aynı zamanda el dokuması halı sanatının en erken örneklerinden biri olarak değerlendirilmektedir (Alimsayeva vd., 2020: 8). Böylece, Türkistan'da doğup gelişen halı dokuma sanatı, zamanla farklı kültürlerle etkileşime girerek geniş bir coğrafyaya yayılmış ve dünya çapında önemli bir gelenek haline gelmiştir.

Kazak halı dokuma geleneği üzerine en kapsamlı araştırmaları gerçekleştiren isimlerden biri Janibekov'dur. 1980'li yılların zorlu koşullarında, Şimkent eyaletinin Şayan köyünde **Kazak Halı Müzesi'ni** kurmuş, ancak müze kısa bir süre sonra kapanmak zorunda kalmıştır. Janibekov'un (2011: 65) çalışmalarına göre, geçmişte halı dokuma sanatı ağırlıklı olarak kadınlar tarafından icra edilmiştir. Sarıarka ve Batı Kazakistan bölgelerinde tüysüz halı dokuma geleneği yaygın olarak görülmüştür. Bu gelenek, göçebe hayvancılıkla geçinen toplulukların yaşam tarzıyla doğrudan bağlantılıdır. Torğay, Altıauıl, Adaykilem, Nayman Nuska, Arabı, Tıkır kilem ve Taz kilem gibi tüysüz halı türleri, bu geleneğin en bilinen örnekleri arasında yer almaktadır. Buna karşın, yoğun emek ve uzun süreli çalışma gerektiren tüylü halı dokuma sanatı, daha çok Sır Derya (Kızılorda), Güney Kazakistan ve Jetisu bölgelerinde gelişmiştir. Bu durum, ilgili bölgelerdeki toplumların büyük ölçüde yerleşik veya yarı yerleşik bir yaşam sürmesiyle doğrudan ilişkilendirilmektedir.

Halı dokuma sanatında motifler, sadece estetik bir unsur olmanın ötesinde, bireylerin duygu, düşünce ve inançlarını ifade etme aracı olarak önemli bir yere sahiptir. Aynı zamanda, kompozisyonun temel yapı taşlarından biri olan motifler, süslemenin temel birimini oluşturmaktadır. Bu motifler, sevinç, mutluluk, hüzün, özlem, güç gibi duyguları ve toplumsal olayları sembolik bir dille anlatan kültürel bir ifade biçimi olarak değerlendirilmektedir (Akpınarlı vd., 2017: 631). Ölmez (2022: 432), motiflerin farklı kültürel unsurları doğrudan ya da dolaylı olarak içselleştirerek yeni bir anlatım biçimi oluşturabileceğini belirtmiştir. Ortaya çıkan bu yeni söylem, geleneksel ve kültürel köklerle bağlantılı olduğu için özgün bir dil olarak değerlendirilebilir. Dokuma motifleri, simgesel yapıları gereği yazılı ya da sözlü olarak kaydedilmemiş olsa da, toplumsal bellekte korunarak aktarılan ve bir kültürün ayrılmaz bir parçası haline gelen unsurlardır.

Kazak motifleri oldukça çeşitlidir ve her birinin kendine özgü anlamı bulunmaktadır. Kasimanov (1995: 15), Kazak motiflerinin 400'den fazla türü olduğunu belirtmektedir. Genel olarak, bu motifler anlamlarına göre belirli gruplara ayrılmaktadır: a) gökyüzü ile ilgili motifler (ay, güneş, yıldız vb.), b) evcil hayvanlarla ilgili motifler, c) yabani hayvanları temsil eden motifler, ç) böcek figürleri içeren motifler, d) kuşlarla ilgili motifler, e) yer, su, bitki, çiçek, yaprak ve ağaçları simgeleyen motifler, f) günlük yaşamda kullanılan aletlere atıfta bulunan motifler ve g) geometrik figürlerden oluşan motiflerdir. Bu sınıflandırma, Kazak motiflerinin

doğayla, toplumsal yaşamla ve kültürel mirasla olan güçlü bağlarını yansıtarak, geleneksel dokuma sanatındaki sembolik anlatımın çeşitliliğini gözler önüne sermektedir.

1. Kızılorda Bölgesinde Geleneksel Halı Dokumacılığı ve Özellikleri

Halı dokuma sanatı, tarihsel süreç içinde gelişerek Kazakistan'ın farklı bölgelerinde yaygınlaşmış ve ülkenin kültürel mirasının ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Ülkenin çeşitli bölgelerinde halı dokuma teknikleri, desenleri, renk paletleri ve adlandırmalar açısından geniş bir çeşitlilik gözlemlenmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi, Kazakistan'ın kuzey, doğu ve batı bölgelerinde tüysüz halı dokuma geleneği yaygınken, Güney Kazakistan'da, özellikle Kızılorda, Şimkent ve Jambıl bölgelerinde tüylü halı dokumacılığı gelişmiştir. Bu farklılaşma yalnızca bölgesel yaşam tarzlarıyla değil, aynı zamanda iklim koşullarıyla da doğrudan ilişkilidir. Soğuk iklimin hâkim olduğu kuzey ve batı bölgelerinde daha hafif ve ince dokulu tüysüz halılar tercih edilirken, güneyin sıcak ve kurak ikliminde daha dayanıklı ve yoğun dokulu tüylü halılar yaygın olarak üretilmiştir. Ancak tüylü halı üretimi oldukça zahmetli ve uzun süren bir süreçtir. Özellikle büyük ebatlı halıların dokunması, birden fazla dokumacının ortak çalışmasını gerektirmekte olup, genellikle 5-6 kadının iş birliğiyle 2-3 ay sürmektedir. Dokuma sürecinin büyük bir kısmı ise sıcak hava koşullarına uyum sağlayacak şekilde açık havada ve yer tezgâhlarında gerçekleştirilmiştir.

Sır Bölgesi (Kızılorda), geleneksel Kazak tüylü halı dokumacılığının en önemli merkezlerinden biri olarak kabul edilmekte olup, tarihi adı olan Sırderya Havzası, burada üretilen ve halk arasında "***Sır Halısı***" (Sırderya Bölgesi Halısı) olarak bilinen halılarıyla tanınmaktadır. 20. yüzyılın ortalarına kadar Kazakların geleneksel halı dokumacılığının ana merkezlerinden biri olan bu bölgede, halılar özgün dokuma teknikleri ve karakteristik motifleriyle öne çıkmıştır. Bunun yanı sıra, araştırmacılar geçmişte "***Konırat Halısı***" olarak bilinen ve Sırderya'daki Konırat boyu tarafından dokunan tüylü halı türünün varlığını da belirtmektedir. Geleneksel olarak Kazakların Konırat boyu, Sırderya'nın orta akışı boyunca, özellikle Kızılorda ve Türkistan bölgelerine yerleşmiş ve bu sanatı kuşaktan kuşağa aktararak sürdürmüştür.

Masanov'un aktardığı verilere göre, Kazakistan'daki halı dokuma sanatının en köklü ve en eski gelenekleri Kızılorda bölgesinde yoğunlaşmıştır. Masanov (1959: 171), bu bölgede hemen hemen her köyde yetenekli ve deneyimli halı dokumacılarının bulunduğunu belirtmiştir. Aynı şekilde, Semenov (1911: 162), Sır Derya bölgesinin farklı yerleşimlerinde Kırgız-Kaysak (Kazak) topluluklarının halı dokuma faaliyetlerini sürdürdüğünü aktarmıştır. Semenov'un değerlendirmelerine göre, Sır halıları tasarım açısından oldukça özgün olup, sade süslemeleri ile dikkat çekmektedir. Ayrıca, bu motiflerin halkın erken dönem sanat anlayışını yansıttığını ve köklü bir geçmişe sahip olduğunu ifade etmektedir.

Yeralin ve Kurymbay'a (2012: 119) göre, Sır bölgesinde dokunan halılar, diğer bölgelere kıyasla kendine özgü desenleriyle öne çıkmaktadır. Geleneksel motiflerin yanı sıra, çiçek desenleri, çeşitli hayvan figürleri ve kuş tasvirleri de kompozisyonun bir parçası olarak estetik bir uyum içinde yer almaktadır. Araştırmacılar, bölgedeki halı dokuma geleneğinin günümüzde de sürdüğünü ve bu sanat dalının yerel kültürel kimliğin önemli unsurlarından biri olarak yaşatıldığını belirtmektedir.

Kızılorda bölgesinde halı dokuma sürecine eşlik eden bazı ilginç ritüeller de dikkat çekmektedir. 1999-2001 yılları arasında, T.C. Başbakanlık Türk İşbirliği ve Koordinasyon Ajansı (TİKA) tarafından yürütülen Aral Bölgesi El Halıcılığını Geliştirme Projesi, Kazakistan'ın Aral bölgesindeki geleneksel halı dokuma tekniklerini araştırmayı amaçlamıştır. Proje kapsamında, Doç. Dr. Tahsin Parlak tarafından gerçekleştirilen saha araştırmalarında, bölgedeki halı dokuma geleneğine ilişkin önemli bulgular elde edilmiştir. Parlak (2002: 57),

Kızılorda'nın Şiyeli ilçesinde yürüttüğü çalışmalarda, halı dokuyan kadınların dokuma sürecini kolaylaştırmak ve koruyucu bir etki sağlamak amacıyla odalarına kurt maskesi yerleştirdiklerini tespit etmiştir. Geleneksel inanışlarla bağlantılı olduğu düşünülen bu uygulamanın, dokuma sürecini destekleyici bir ritüel niteliği taşıdığı değerlendirilmiştir.

Yapılan saha araştırmaları, Kızılorda bölgesinde özellikle şatırgül motifinin yaygın olarak kullanıldığını ortaya koymuştur. Bu motif, Kazak el dokuması halılarında merkezi bir unsur olarak yer almakta ve kompozisyonun ana yapısını oluşturmaktadır. Kızılorda Tarih Müzesi koleksiyonunda yer alan geleneksel halılar incelendiğinde, şatırgül motifinin sıklıkla tercih edildiği tespit edilmiştir.

2. Şatırgül Motifinin Tanımı ve Anlamı

Kızılorda ve Güney Kazakistan bölgelerinde ellili yıllarda "***Şatırgül***" halı motifi ortaya çıkmış ve moda haline gelmeye başlamıştır. Büyük halının ortasına uyumlu bir şekilde yerleştirilen bu gösterişli çiçek, görünüm olarak bir şemsiyeye benzediği için bu adı almıştır. Şiyeli bölgesinin ustaları ise bu motifin bir başka adını "***Şeşengül***" olarak kullanmışlardır (El kz, 2025). Bu motif, zamanla Kazak halı dokuma geleneğinde önemli bir yer edinmiş ve kültürel mirasın ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir.

Şatırgül motifi, Kazak geleneksel halı sanatında önemli bir yer tutmakla birlikte, anlamı konusunda farklı yorumlar bulunmaktadır. Janibekov (1982: 10), bu motifin "***şatır***" (çadır, barınak) kelimesinden türediğini ve Kazak kültüründeki en temel yaşam alanı olan "*şanıraq*" ile bağlantılı olduğunu belirtmektedirler. Bu bağlamda, Şatırgül motifi, aile birliğini, yuvayı ve halkın köklü geleneklerini temsil eden bir sembol olarak değerlendirilir. Diğer bir yorum ise, motifin doğadan ilham alarak oluşturulduğu yönündedir. Şatırgül kelimesindeki "*gül*" (çiçek) ifadesi, desenin bir çiçeği andıran yapısından kaynaklanmaktadır. Bu bakış açısına göre, motifin tasarımı doğanın döngüsünü, bereketi ve yeniden doğuşu simgeler. Özellikle motifin üçgen ve dikdörtgen şekillerle birleşen yapısı, doğada bulunan geometrik düzenin bir yansıması olarak görülmektedir (Bakdaulet vd., 2024: 135).

Janibekov'un yorumuna dayanarak, Şanıraq'ın gökyüzü ile yeryüzü arasındaki bağlantıyı simgelediğini söylemek mümkündür. Yuvarlak yapısı, gökyüzünün sonsuzluğunu ve kozmik düzeni temsil ederken, aynı zamanda aile birliğinin, yuvanın ve kültürel devamlılığın güçlü bir sembolü olarak kabul edilir. Benzer şekilde, Şatırgül motifi de yalnızca estetik bir süsleme unsuru değil, aynı zamanda evrenin döngüselliğini, insanın doğayla ilişkisini ve toplumsal birlikteliği ifade eden derin bir simgesel anlama sahiptir.

Aynı zamanda, şatırgül motifi, yıldız formunu andıran karakteristik bir desene sahiptir. Bu motifin iç kompozisyonunda, Kazak kültürüne özgü çeşitli süsleme unsurları yer almaktadır. Örneğin, şatırgül motifinin içerisinde genellikle bir yönünde muska motifi yer alırken, diğer tarafında buğday motifi bulunur. Akpınar ve Yerdenova (2019: 36), geleneksel inanışlara göre muska motifinin (Şekil 2) insanları kötü enerjilerden, nazardan ve hastalıklardan koruyan güçlü bir sembol olarak kabul edildiğini belirtmiştir. İlk dönemlerde bir totem niteliği taşıyan muska, İslamiyet'in kabulüyle birlikte Kur'an ayetleriyle desteklenmiş ve korunma amacıyla daha yaygın bir kullanım kazanmıştır. Öte yandan, buğday motifi (Şekil 1) de Kazak halı sanatında bereketin ve ekmeğin simgesi olarak önemli bir yere sahiptir. Kazak halkı, Rus yönetiminin mal varlıklarına el koyarak toplumu açlığa sürüklemesi ve savaşların yol açtığı zorluklar nedeniyle, "*Tanrı bizi ekmeğimizden ayırmasın*" duasıyla buğday motifini halılarda yaygın bir şekilde kullanmıştır. Ayrıca, bazı Şatırgül motiflerinin içerisinde omurga motifi de yer almaktadır. Muratova ve Majitayeva'ya (2022: 149) göre, omurga motifi birliğin, dayanışmanın

ve sağlamlığın simgesi olup, Kazak kültüründeki kolektif ruhu ve toplumsal dayanışmayı temsil etmektedir.



Şekil 1: Buğday motifi



Şekil 2: Muska motifi



Şekil 3: Omurga motifi

Ayrıca, Şatırgül motifinin merkezinde dikkat çekici bir şekilde konumlandırılmış büyük bir romb yer alırken, bu ana formun etrafında simetrik bir düzen içinde yerleştirilmiş daha küçük romblar bulunmaktadır. Bu kompozisyon, Kazak halı sanatında denge ve uyumu simgelerken, aynı zamanda merkezî yapının etrafında oluşturulan ritmik tekrarlarla motifin görsel etkisini güçlendirmektedir. Büyük romb, genellikle hayatın temelini, istikrarı ve korunmayı temsil ederken, çevresindeki daha küçük romblar toplumsal birlikteliği ve kuşaklar arası kültürel aktarımı sembolize etmektedir. Tüm bu unsurlar göz önüne alındığında, Şatırgül motifinin Kazak halı sanatında sadece süsleme amacı taşımadığı, aynı zamanda toplumun değerlerini, tarihsel hafızasını ve kültürel kimliğini aktaran önemli bir anlatım biçimi olduğu sonucuna varmak mümkündür.

3. Kızılorda Bölgesinde Dokunan Şatırgül Motifli Halılar

Günümüzde Kızılorda Bölgesi Tarih Müzesi'nin koleksiyonunda yaklaşık 25 adet geleneksel Kazak halısı bulunmaktadır. Bu koleksiyon, Beskeste, Şatırgül, Arabı, Şarşı ve Samauırgül gibi farklı motiflere sahip halı örneklerini içermektedir. Yapılan detaylı incelemeler sonucunda, koleksiyonda yer alan altı halıda Şatırgül motifinin kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu bulgu, diğer halı türleriyle kıyaslandığında Şatırgül motifli halıların bölgedeki dokuma geleneğinde daha yaygın bir kullanım alanına sahip olduğunu göstermektedir.

Bu araştırmada, Kızılorda Bölgesi'nde el dokuması Şatırgül motifli halıların incelenmesine odaklanılmış olup, altı adet geleneksel Kazak halısı ayrıntılı olarak analiz edilmiştir. İnceleme sürecinde, halıların model türleri, dokuma tarihleri, kullanılan malzemeleri, ebatları ve renk özellikleri değerlendirilmiş, her bir halının özgün nitelikleri tespit edilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda, örneklem olarak seçilen halıların temel karakteristikleri şu şekilde belirlenmiştir:

1	**Model:** Tükti Kilem **Üretim Yeri:** Kızılorda **Yapım Tarihi:** 1965 y. **Malzeme:** Yün **Ebatlar:** 250x150 **Renk Seçenekleri:** **Bulunduğu Yer:**	 

	Kızılorda Tarih Müzesi **Korunma Durumu:** Orta	
2	**Model:** Tükti Kilem **Üretim Yeri:** Kızılorda **Yapım Tarihi:** 1972 y. **Malzeme:** Yün **Ebatlar:** 350x200 **Renk Seçenekleri:** kırmızı, mavi, siyah **Bulunduğu Yer:** Kızılorda Tarih Müzesi **Korunma Durumu:** Orta	
3	**Model:** Tükti Kilem **Üretim Yeri:** Kızılorda **Yapım Tarihi:** 1962 y. **Malzeme:** Yün **Ebatlar:** 400x200 **Renk Seçenekleri:** kırmızı, siyah, beyaz, yeşil **Bulunduğu Yer:** Kızılorda Tarih Müzesi **Korunma Durumu:** Orta	
4	**Model:** Tükti Kilem **Üretim Yeri:** Kızılorda **Yapım Tarihi:** 1965 y. **Malzeme:** Yün **Ebatlar:** 400x200 **Renk Seçenekleri:** kırmızı, siyah, beyaz, yeşil **Bulunduğu Yer:** Kızılorda Tarih Müzesi **Korunma Durumu:** Orta	
5	**Model:** Tükti Kilem **Üretim Yeri:** Kızılorda **Yapım Tarihi:** 1968 y. **Malzeme:** Yün **Ebatlar:** 365x173	

	Renk Seçenekleri: kırmızı, sarı, yeşil **Bulunduğu Yer:** Kızılorda Tarih Müzesi **Korunma Durumu:** Orta	
6	**Model:** Tükti Kilem **Üretim Yeri:** Kızılorda **Yapım Tarihi:** 1966 y. **Malzeme:** Yün **Ebatlar:** 350x200 **Renk Seçenekleri:** kırmızı, mavi, beyaz, turuncu **Bulunduğu Yer:** Kızılorda Tarih Müzesi **Korunma Durumu:** Orta	

Tablo 1: Kızılorda Tarih Müzesi'nde Sergilenen Şatırgül Motifli Halılar

Örneklem olarak seçilen altı halının detaylı analizi sonucunda, bu halıların büyük çoğunluğunun 1960'lı ve 1970'li yıllarda dokunduğu tespit edilmiştir. Bu bulgu, araştırma bölgesinde el dokuması halı üretiminin özellikle bu dönemde yeniden yoğunlaştığını ve halıcılık geleneğinin aktif bir şekilde sürdürüldüğünü göstermektedir. İncelenen halılar arasında dikdörtgen formun baskın olduğu, geniş ebatlarda dokunduğu ve geleneksel yer tezgâhlarında üretildiği belirlenmiştir. Motif analizi sonucunda, Şatırgül motifinin halıların merkezinde konumlandığı ve kompozisyonun temel görsel unsuru olarak öne çıktığı saptanmıştır. Renk açısından yapılan değerlendirmelerde ise kırmızının baskın bir şekilde tercih edildiği, mavi ve beyaz gibi renklerin ise tamamlayıcı unsurlar olarak kullanıldığı görülmektedir.

Sonuç

Bu çalışma, Kazak halı dokumacılığında önemli bir süsleme unsuru olan Şatırgül motifini, Kızılorda bölgesindeki kullanım özellikleri açısından ele almıştır. Halı dokuma sanatı, Kazak kültürünün köklü bir parçası olup, toplumun tarihsel ve estetik anlayışını yansıtan önemli bir gelenektir. Bu çerçevede, Şatırgül motifi hem sanatsal hem de kültürel anlamda dikkate değer bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

Araştırma kapsamında Kızılorda Tarih Müzesi'nden temin edilen altı Şatırgül motifli halı incelenmiştir. Desen, renk, teknik ve kültürel bağlam açısından yapılan değerlendirmeler sonucunda, motifin belirli özellikler taşıdığı tespit edilmiştir. Öncelikle, Şatırgül motifinin genellikle kompozisyonların merkezinde kullanıldığı, yani halının ana süsleme unsurlarından biri olarak tercih edildiği gözlemlenmiştir. Bu, motifin sadece estetik bir unsur olmaktan öte, kültürel ve sembolik bir anlam taşıdığını göstermektedir.

Renk analizi, Şatırgül motifinin baskın olarak kırmızı ve mavi tonlarıyla işlendiğini ortaya koymuştur. Kırmızı, Kazak kültüründe güç, enerji ve korunmayı simgelerken, mavi ise gökyüzü, huzur ve ilahi düzenle ilişkilendirilmektedir. Geleneksel dokuma sanatında kullanılan

renkler, genellikle toplumsal inançları ve doğayla olan bağlantıyı yansıttığı için, bu motifin renk tercihleri de Kazak halkının kültürel kodlarıyla uyumludur.

Kızılorda bölgesinde üretilmiş Şatırgül motifli halılar, yalnızca kültürel semboller açısından değil, aynı zamanda dokuma kalitesi ve ölçü çeşitliliği bakımından da önemli örnekler sunmaktadır. Araştırma kapsamında incelenen altı halı örneği, hem yüksek düzeyde el işçiliği hem de işlevsellik ve estetik uyum açısından dikkat çeken taşımaktadır.

İncelenen halıların tamamı yün malzemeden dokunmuştur. Bu durum, doğal ve dayanıklı liflerin geleneksel üretim anlayışındaki vazgeçilmez yerini yansıtmaktadır. Yün, hem uzun ömürlü kullanımı hem de boya tutuculuğu sayesinde renklerin canlılığını yıllar boyunca koruyabilmesini sağlamaktadır. Bu özellik, Şatırgül motifinin karmaşık desen yapısının net bir şekilde görünmesini ve zamanla silinmeden varlığını sürdürebilmesini mümkün kılmaktadır.

Kalite açısından değerlendirildiğinde, tüm halılarda yüksek düzeyde simetri ve oran duyarlılığı göze çarpmaktadır. Desen geçişlerinin netliği, renk dağılımındaki denge ve motif bütünlüğü; üretimde ustalıklı bir dokuma sürecinin izlerini taşımaktadır. Halıların ölçü özellikleri ise 250x150 cm ile 400x200 cm arasında değişmektedir. Özellikle 350x200 cm ve 400x200 cm gibi büyük boyutlar, bu halıların sadece zemin örtüsü olarak değil; aynı zamanda duvar süsü, törensel obje ya da simgesel anlam taşıyan geleneksel eşyalar olarak da kullanıldığını göstermektedir.

Teknik açıdan değerlendirildiğinde, Kızılorda bölgesinde dokunan Şatırgül motifli halılar, ince işçilik ve titiz desen düzenlemeleriyle öne çıkmaktadır. Kullanılan dokuma teknikleri, motifin belirgin ve simgesel yapısını vurgulamak amacıyla özenle seçilmiştir. Özellikle tüylü halı dokuma tekniği, motifin derinlik ve görselliğini artırarak daha belirgin hale gelmesini sağlamaktadır.

Kültürel bağlam açısından bakıldığında, Şatırgül motifinin koruma, bereket ve uyum gibi anlamlar taşıdığı belirlenmiştir. Motifin "*şatır*" (çadır) kelimesi ile olan bağlantısı, Kazak halkının göçebe yaşam biçimi ve geleneksel barınma kültürüyle doğrudan ilişkilidir. Aynı zamanda, çiçek formu motifin doğayla olan bağını ve Kazak halkının çevre ile kurduğu ilişkileri yansıtmaktadır. Şanıraq sembolizmiyle bağlantılı olan bu motif, kozmik düzeni ve aile birliğini temsil eden güçlü bir simge olarak değerlendirilmektedir.

Tarihsel olarak incelendiğinde, Şatırgül motifinin 20. yüzyılın ortalarından itibaren Kızılorda ve Güney Kazakistan bölgelerinde yaygınlaştığı ve özellikle ellili yıllarda bir moda haline geldiği anlaşılmaktadır. Çiçek motiflerinin halı dokuma sanatına entegre edilmesi, sadece estetik bir unsur olarak değil, aynı zamanda toplumsal kimliği ve kolektif hafızayı yansıtan kültürel bir olgu olarak değerlendirilmelidir.

Sonuç olarak, Şatırgül motifi, Kazak geleneksel halı sanatında hem sanatsal hem de kültürel bir miras olarak önemli bir yere sahiptir. Bu motifin bölgesel kullanımı, halı dokuma sanatının yalnızca işlevsel bir zanaat olmadığını, aynı zamanda toplumsal belleği ve kültürel kimliği koruyan bir sanat dalı olduğunu göstermektedir. Kızılorda bölgesinde hâlâ yaşatılan bu motif, gelecek nesillere aktarılması gereken değerli bir kültürel miras niteliği taşımaktadır. Bu bağlamda, Kazak halıcılık sanatının ve Şatırgül motifinin korunması, tanıtılması ve geliştirilmesi için akademik araştırmaların yanı sıra uygulamalı projelerin de teşvik edilmesi gerekmektedir. Özellikle yerel dokumacıların desteklenmesi, geleneksel tekniklerin modern tasarımlarla harmanlanması ve kültürel miras bilincinin yaygınlaştırılması, Kazakistan'ın zengin halı dokuma geleneğinin sürdürülebilmesi açısından büyük bir öneme sahiptir.

KAYNAKÇA

Akpınarlı, Feriha ve Üner, İbrahim (2017). İç Anadolu Bölgesi Halılarında Görülen Figüratif Sembol ve Motifler. *SDÜ Art-e Güzel Sanatlar Fakültesi Sanat Dergisi*, C.17, S.20, ss.630-651.

Akpınarlı, Feriha ve Yerdenova, Assel (2019). Kazakistan'ın Türkistan Eyaletindeki Halı Motiflerinin İncelenmesi. *Arış Sanat Tarihi Dergisi*, (15), 18-39.

Alimbay, Nursan (2020). Traditciyonniye Kazahskiye Kovri i Kovroviye İzdeliya: Vidı, Kompozitsiya, Semantika (na materialah Tsentralnogo Gosudarstvennogo muzeya Respubliki Kazakhstan). *El Farabi Kazak Milli Üniversitesi Habarşı Dergisi*, 4(74), 55-71.

Alimsayeva, R. ve Velker, E. (2020). *Körkem Enbek*: *Jalpı Bilim Beretin Mekteptin 9-sınıp Okuvşılarına Arnalğan Okuvlık (Kız Balalarğa Arnalğan)*. Kökşetav: Keleşek-2030 Yayınları.

Bakdaulet, J. ve Kuzembayeva Svetlana (2024). Kilemdegi Oyu-Örnekterdin Filosofiyalık Belgileri men İdeyalık Mani. *Madeni Mura*, 1(104). 129-138.

El Kz Akparattık Agenttigi (2025). *Kolöner Kazınası*. Erişim: https://el.kz/content-28086_17686/ 01.03.2025

Janibekov, Özbekali (1982). *Kultura Kazahskogo Remesla*. Almatı: Öner Yayınları.

Janibekov, Özbekali (2011). *Tandamalı Şığarmalar Jıynağı*. Almatı: Kazakparat Yayınları. Cilt.1.

Kasimanov, Sadık (1995). *Qazaq Halqınıñ Qolöneri*. Almatı: Kazakstan Yayınları.

Masanov, E. (1959). Byotvye Remesla i Professii Kazahskogo Naroda vo Vtoroy Polovine 19 – naçale 20 v. *Scientific Notes of Kazakh State University*. 18(4). ss. 166-177.

Muratova, A. ve Majitayeva, Ş. (2022). Kupiya Tildesim jane Ulttık Örnek. *Toraygırov Üniverstiteti Habarşısı*. 3, 148-158.

Ölmez, Filiz Nurhan (2022). Bir Gösterge Olarak Motiflerde Anlam(landırma) Sorunsalı. *Hars Akademi*, 5, Aydın Uğurlu ve Geleneksel Sanatlar Özel Sayısı, 430-445.

Parlak, Tahsin (2002). *Geleneksel Kazak Halı Sanatı ve TIKA Aral Bölgesi El Halıcılığını Geliştirme Projesi*. Ankara: TİKA Yayınları.

Semenov, Aleksandr (1911). Kovri Rossiiskogo Turkestana. *Etnographic Review*, 1-2. ss. 168-179.

Yeralin, K. ve Kurymbay, D. (2012). Sır Boyındağı Tükti Kilem Tokuv Dastüri (Albatırovanın Tükti Kilem Üyretüv Şeberhanası Negizinde). *Türkologiya Dergisi*, 2, 114-120.

THE BIRTH AND DEVELOPMENT OF MEDICAL SCIENCE IN NAHCHIVAN, A PART OF THE TURKISH WORLD

TÜRK DÜNYASININ BİR PARÇASI OLAN NAHÇİVAN'DA TIP BİLİMİNİN DOĞUŞU VE GELİŞİMİ

SABUHİ İBRAHİMOV

Summary

The article uses many sources that are very interesting and important for Nakhchivan. One of them is the handwritten work of Sadreddin Ebul Hasan Ali ibn Ebul Favaris Nasir ibn Ali el-Huseyin, who researches and describes the birth and development of medical science in Nakhchivan during the Atabayligi period of Azerbaijan, a part of the medieval Turkic world. In addition, some information was obtained from the handwritten book "Mükemmel Tarih", a multi-volume work of Izzeddin Ebul Hasan Ali ibn Muhammed ibn al-Asiri, famous in the Eastern world, which is the main source of necessary information for the Turkic world about the political events of the Atabeyleri State of Azerbaijan. At the same time, many achievements were made in the development of medical knowledge in Nakhchivan, and valuable works on medical knowledge were written. One of these works is called "Muhtasar Tıp" written by the Governor of Atabey State of Azerbaijan Kızıl Arslan at his personal request.

In this context, extensive information is obtained from handwritten texts about the fact that medical knowledge was sufficiently developed in Nakhchivan during the period of Azerbaijan Atabey State, the pearl of the Turkic world.

Key words: Turk, Azerbaijan, Nakhchivan, Atabeyler, handwriting, text, medical science.

Özet

Makalede, Nahçıvan için çok ilgi çekici ve önemli olan birçok kaynaktan yararlanılmıştır. Bunlardan biri de, Ortaçağ Türk dünyasının bir parçası olan Azerbaycan Atabeyliği döneminde Nahçıvan'da tıp biliminin doğuşu ve gelişimini araştıran ve anlatan Sadreddin Ebul Hasan Ali ibn Ebul Favaris Nasir ibn Ali el-Hüseyin'in el yazması eseridir. Ayrıca, Azerbaycan Atabeyleri Devleti'nin siyasi olayları hakkında Türk dünyasına gerekli bilgilerin başlıca kaynağını teşkil eden, Doğu dünyasında meşhur İzzeddin Ebul Hasan Ali ibn Muhammed ibn el-Asiri'nin çok ciltli eseri olan "Mükemmel Tarih" adlı el yazması kitabından da bazı bilgiler elde edilmiştir. Aynı zamanda Nahçıvan'da tıp biliminin gelişmesi yönünde birçok başarılara imza atılmış, tıp bilimine dair değerli eserler yazılmıştır. Bu eserlerden biri de Azerbaycan Atabey Devleti Hükümdarı Kızıl Arslan'ın bizzat isteği üzerine kaleme aldığı "Muhtasar Tıp" adlı eserdir.

Bu bağlamda Türk dünyasının incisi Azerbaycan Atabey Devleti döneminde Nahçıvan'da tıp biliminin yeterince geliştiği ve büyük bir tekâmül süreci geçirdiği konusunda el yazması metinlerden geniş bilgiler elde edilmektedir.

Anahtar kelimeler: *Azerbaycan, Nahçıvan, Atabeyler, el yazması, metin, tıp bilimi.*

Giriş

Türk dünyasının bir parçası olan Azərbaycan Atabəylər Dövləti dövründə Naxçıvanda tibb elminin inkişafını özündə təzahür etdirən zəngin mədəniyyət xəzinəsinin qiymətli qaynaqlarından olan əlyazmalar keçmişin həqiqi meyarlar tarixinin müasirlərimizə çatdırılmasında, onların maariflənməsində misilsiz rola malikdir. Bu baxımdan, klassik

ədəbiyyatımızın tibb elmində misilsiz rola malik olan Azərbaycan mütəfəkkirlərinin, o cümlədən Naxçıvan təbib və filosoflarının əsərlərini araşdırıb xalqa çatdırmaq qarşıda duran zəruri məsələlərdən biridir.

Orta əsr Atabəylər dövründə Naxçıvanda sosial-iqtisadi, siyasi-mədəni, ədəbi-bədii və s. yaradıcılıq sənəti inkişaf etməklə yanaşı tibb elmi də öz intibah mərhələsini yaşamışdır. Ədəbi-bədii sahədə Həddad ibn Bəkran Əbulfəzl ən-Naxçıvani, Həsən ibn Ömər Naxçıvani, Əbu Bəkr ibn Xosrov əl-Ustad, Nizami Gəncəvi və başqalarını göstərmək olar. Həmin dövrdə böyük rezenans mərhələsinə qədəm qoymuş tibb elmi Naxçıvan mühitindən də yan keçməmişdir. Orta əsr Azərbaycan atabəylər dövründə Naxçıvanda yaranmış tibb elminin inkişafı demək olar ki, tez bir zamanda Şərq aləminə o cümlədən, bəzi avropa ölkələrinə də təsir göstərmişdir.

XII-XIII əsrlər Azərbaycan Atabəylər dövrü tarixindən xəbər verən Sədrəddin Əbul Həsən Əli ibn Əbul Fəvaris Nasir ibn Əli əl-Hüseyninin "Zubdat ət-təvarix fi əxbar əl-umara vəl-muluk Əs-Səlcuqiyyə" ("Səlcuq əmir və hökmdarlarından xəbərlər verən tarixlərin qaymağı") adlı əlyazma əsəri olduqca maraqlı və eyni zamanda Naxçıvan üçün əhəmiyyətlidir.

Daha bir tədqiqatçı alim XII əsrin ikinci yarısında Naxçıvanda baş verən Azərbaycan Atabəylər Dövlətinin siyasi hadisələri haqqında bizə gərəkli olan əsas məlumat qaynağını verən İzzəddin Əbül Həsən Əli ibn Məhəmməd ibn əl-Əsiri (1160-1233) olmuşdur. Onun Şərq aləmində məşhur olan çoxcildlik əsəri – "Əl-Kamal fit-tarix" ("Mükəmməl tarix") olmuşdur.

İbn əl-Əsir tarixi hadisələri qiymətləndirərək elmə, təhsilə, mədəniyyətə, həmçinin o dövr üçün böyük əhəmiyyət kəsb edən təbii üsulların müalicəsini ətraflı verməklə və onları birmənalı düzgün qiymətləndirməkdə orta əsr ərəbdilli tarixçilər, o cümlədən öz müasirləri arasında başqalarından daha çox tanınır.

Tələbələr bilməlidirlər ki, orta əsr Naxçıvan tibb elminin inkişafında əvəzsiz xidmətləri olan böyük şəxsiyyət Nəcməddin Əhməd ibn Əbubəkr Naxçıvani olmuşdur. Yaxın Şərq ölkələrində geniş tanınmış məşhur alim öz dövrünün böyük filosof və mütəfəkkiri olmaqla, həmdə tibb sahəsində zəngin biliyə malik olmuşdur. Nəsirəddin Tusinin tələbəsi məşhur alim İbn əl-İbri (1226-1286) Nəcməddin Naxçıvani barədə belə yazır: "O, böyük fəzilət sahibi, dəqiq elmlərin dərindən bilicisi idi. Öz vətənində fəlsəfə ilə məşğul olurdu. Ölkələri səyahətə çıxdı, xeyli gəzib dolaşdı, axırda kiçik Asiyaya daxil oldu, böyük mənsəblər tutdu, sonra idarəçilik narahatçılığı ilə, əzab-əziyyətləri onu bezdirdi. Oradan Suriyaya yola düşdü" (3, s. 36).

Mənbələrin verdiyi məlumata görə böyük filosof-təbib ömrünün axırında guşəneşin olmuş, heç yerə çıxmamışdır. Yalnız dostları ona baş çəkmişdir.

Naxçıvanın filosof-təbibi, həmçinin böyük mütəfəkkir aliminin qədim Naxçıvanda dünyaya gəlməsi haqqında Məhəmməd Bağır Xansari (1811-1895) yazır: "O, böyük şəxsiyyət Naxçıvan şəhərindən idi və İbn Sinanın əsərlərinə şərhlər yazırdı" (3, s. 36).

Məlumdur ki, zəngin dövlətçilik tarixinə malik olan orta əsr Azərbaycan Atabəylər Dövlətinin əsas xüsusiyyətlərini əldə etmək üçün bəzi məxəzlərdən materialların araşdırılması və onların tədqiqatı bir çox çətinliklərlə bağlıdır. Tarixi hadisələrin cərəyanını bərpa etmək üçün ərəb, fars dillərində yazmış orta əsr müəlliflərinin əlyazma mətnlərinin bir birilə müqayisə etmək, onları numizmatika və epiqrafikanın dəlilləri ilə yoxlayıb dəqiqləşdirmək lazım gəlir. Bu vaxta qədər Azərbaycan Atabəylər Dövlətinin siyasi tarixindən və tibb elminə göstərdiyi qayğıdan, ələlxüsus o dövrün müalicə üsullarından və həmçinin ayrı-ayrı hadisələr dəqiq surətdə öyrənilməmiş, ümumi vəsaitlərdə isə oxucu bu dövlətin yalnız qısa ümumi oçerkinə rast gələ bilərdi. Ona görə də tədqiqatın əsas məqsəd və istiqaməti orta əsr Azərbaycan Atabəylər

Dövlətinin tibb elminə göstərdiyi qayğı, təbii üsullarla müalicə qaydaları, məhz həmin dövrdə Naxçıvanda mədəni inkişafın çoxcəhətli təzahürünə yalnız qısa nəzər salmağa imkan verir.

Şərq dünyasında tanınmış alim – adət ənənələri dərindən bilən, tarixçi, Əbül Fərəc Əbdür-rəhman ibn əl-Cövzinin (1114-1200) "Əl-Muntəzəm fi tarix əl-muluk vali umam" ("Hökmdarların və millətlərin tənzimləşdirilmiş tarixi") əsərində, maraqlandığımız dövrün hadisələrinin həddən artıq yığcam verilməsinə baxmayaraq, bizim üçün heç də az əhəmiyyət kəsb etmir. Bu əsər əsasən xilafətin 1179-cu ilə qədərki tarixini illər üzrə ardıcıl təqdim edir. Hər ildə baş verən hadisələr ardıcıl göstərilməklə yanaşı, həmin ildə vəfat etmiş tanınmış elm adamların haqqında da yığcam məlumat verilir.

Bu bir həqiqətdir ki, Türk dünyasında Azərbaycan Atabəylər Dövləti tarixində hər bir sahədə olduğu kimi elm sahəsində də böyük intibah dövrü olmuşdur. Bu elm sahəsində əsasən tibb elmi böyük inkişaf etmişdir. Təbii üsullarla müalicə demək olar dövrün ən böyük inkişaf mərhələlərindən biri olmuşdur. O, dövrdə Azərbaycanın müalicə suları çox məşhur idi. Əlbəttə, orta əsr müəllifləri həmin suların real təsiri haqqında öz müşahidələrini təsvir etmir, yalnız müasirlərinin fikirlərini bildirir. Lakin, şübhəsiz ki, onların bir çox məlumatları çoxillik təcrübəyə əsaslanmışdır.

"Bəzzdə və Ərdəbildə qoturluğu (keçəlliyi) və kök salmış qızdırma xəstəliyini müalicə edən isti bulaqlar olmuşdur. Salmasda qoturluğu və cüzamı müalicə edən bulaqlar var imiş. Əbu Dulaf və Yaqut belə bulaqlardan biri – Zəravənd haqqında yazırlar: Üstü örtülmüş və bitişmiş yarası olan adamı və ya heyvanı həmin bulağa salsalar, altında zəifləmiş sümüklər, gizlənmiş şüşə qırıqları və dərinə batmış tikan olan yaraların ağızları açılır və oradan irin, çirk axmağa başlayır. Təmizlənmiş yaralar qovuşur və insan bu bəladan xilas olur. Mən bir adam tanıyırdım, onu həmin bulağa aparmaq istəyirdim. Onun xəstəlikləri keçəllik, xənazir, sancı, dəmirov, baldırlarında ağrı və daima onu narahat edən və qızdırma gətirən oynaqlarındakı zəiflik idi. Bundan əlavə onun bədənində ox qalmışdı. Oxun ucu ətə batmışdı. Biz qorxurduq ki, bir gün səhər və ya axşam ox onun qara ciyərini deşəcək. O, üç gün (bulağın suyunda) oldu və ox onun böyründən çıxdı" [1, s. 207].

Həmin dövrdə müalicəvi suların əhəmiyyəti olduqca zəruri idi. Çünki tibb elminin bir o qədər də inkişaf etməməyi ərəfədə müalicə olunmaq ancaq təbii üsullarla aparılmış və insanlara ilk tibbi yardım edilmişdir. Bununla əlaqədar "Əbu Dulaf həmçinin qeyd edir ki, bu bulağın yanından soyuq su axır və əgər adam onu içsə, özünü boğaz iltihabından, dalağın nazik damarlarının genişlənməsindən təhlükəsizləşdirilmiş olar və asanlıqla öd kisəsini yaxşılaşdırar. Əgər görmə qabiliyyəti pis olan adam həmin bulağın soyuq suyu ilə gözlərini islatsa, onda o, yaxşı görəcək, həmin bulağın gilini (palçığını, lilini) iyləyən adamın gözləri isə qar korluğu (qara baxa bilməmə) xəstəliyinə məruz qalmayacaqdır. Əgər bu bulağa heyvan girsə, onda nə o, nə də balaları qoturluq tutmayacaqlar" [1, s. 208].

Azərbaycan Atabəylər Dövlətində atabəy Şəmsəddin Eldənizin daimi yaşayış yeri olan Naxçıvan vilayətinin torpaqları tac (xass) torpağı idi. Həmçinin atabəyin ixtiyarında olan Rey öz ətrafı ilə, Həmədan vilayəti, Gəncə, Beyləqan, Şəmkir və Şutur, Ərdəbil, Salmas, Urmiya, Xoy əyalətləri də onun xass torpaqları sırasında idi. Bu torpaqların hər birində fərqli-fərqli müalicəvi sular mövcud idi. "Xoy yaxınlığında Qotur adlı bulaq var idi, onun suyu qızdırma xəstəliyinə kömək edirdi. Burada, Vəşələ kəndi yaxınlığında isə bulaq vardır, kim onun suyunu içsə, dərhal qarnı işləyər və onun mədəsində nə varsa, hamısı boşalar. Əgər o, hətta azacıq çörək yeyib həmin sudan içsə, yenə də dərhal qarnı işləyəcək" [1, s. 208]. "Marağada çoxlu isti bulaqlar vardır, şillər və əlillər çimmək üçün ora gəlirlər" [1, s. 208].

O cümlədən Naxçıvanın Culfa ərazisində yerləşən "Darıdağ" dağı ətəyində yerləşən "Şorsu" deyilən bulağın isti şəkildə qaynayıb daşması böyük müalicəvi əhəmiyyətə malik idi. Ayaq ağrılarının, duzlaşmanın, hər hansı bir oynaq xəstəliklərinin müalicəsi üçün olduqca yararlı idi. Həmçinin dağın digər bir tərəfində, yəni qərb hissəsində yerləşən "Narzan" mineral suyu mədə və mədəaltı vəzlərin müalicəsi üçün çox əhəmiyyətli olmuşdur. Bir hissəsində isə yəni dağın şimal hissəsində "Ali-Məhəmməd" kimi müqəddəs sayılan ziyarətgahda müalicəvi şirin suyun olması böyük önəm daşımışdır.

"Təbrizin yaxınlığında kükürd hamamları vardır ki, onların heyrətamiz faydalı xassələri vardır. Xəstələnənlər və xroniki xəstəliyi olan adamlar ora gedirlər. Təbriz kəndlərindən birində bulaq var imiş. Əgər onun suyunda bir şey bişirib, həlimi içsələr, onda bişmişin suyu işlətmə vəsaiti kimi mədəyə əla təsir edirdi" [1, s. 208].

Həmçinin Azərbaycanın digər bölgələrində də belə müalicəvi suların mövcud olması inkaredilməzdir. "Gəncənin yaxınlığındakı dağlarda mövz və ya xar (tut) adlanan bitki var idi. O, Suriya tutuna oxşayır və qara ciyər ağrısını sakitləşdirir. Gəncə və Şirvandan başqa o heç yerdə yoxdur" [1, s. 208].

Ən önəmlisi budur ki, həmin dövrdə ot bitkilərindən, otların yarpaqlarından, xaşalarından, çiçəklərindən və zoğlarından olduqca çox istifadə olunub. "Şirvanda "tülkü xayası" (enliyarpaqlı səhləb) adlanan qəribə bitki var idi. Bitki iki yumurtacığa oxşayır: biri solğun, digəri təzə. Solğun cinsiyyət potensialını zəiflədir, təzə isə onu qüvvələndirir" [1, s. 208].

Atabəylər dövründə Naxçıvan mühitinin mühüm xüsusiyyətlərindən biri də o olmuşdur ki, tibb elminin inkişafı naminə əvəzedilməz addımlar atılmış və bunlara da lazımı səviyyədə nail olunmuşdur. Buna əyani göstərici olaraq onu qeyd edə bilərik ki, Atabəylər dövründə Naxçıvanda tibb elminin inkişafında sayılıb seçilə bilən əsərlərdən biri məhz "Müxtəsər tibb" [4] əsəridir ki, şəxsən Azərbaycan Atabəylər Dövlətinin hökmdarı Qızıl Arslanın tapşırığı ilə yazılmışdır. Müəllif əsəri əsas etibarilə iki böyük hissəyə bölmüşdür:

1. Təbabətin nəzəri cəhətləri.

2. Təbabətin əməli cəhətləri.

Əsərdə təbabətin nəzəri cəhətləri 7 bəhsdən ibarət olub, hər bir bəhs bir neçə fəsillərə bölünmüşdür.

Birinci bəhsdə havanın əhəmiyyəti, ilin ayrı-ayrı mövsümündə hansı yeməklərin faydalı olması, insanın sağlam yaşaması üçün təbii şərait, geyim üsulları, içməli suyun növləri, şərabın orqanizmə mənfi təsiri, yuxu və yuxusuzluq haqqında, hərəkət və sakitliyin əhəmiyyəti, işlətmə dərmanları və sair vasitələrlə istifadə eləmək, hissiyyatdan əmələ gələn xəstəliklər və onların müalicəsindən danışılır.

Burada həmçinin qocalıq və bu zaman səhhətin hifz olunma yolları və nəhayət, müsafirlər haqqında qanunlar və məsləhətlər qeyd olunmuşdur.

II bəhs 7 fəsildən ibarətdir. Bu bəhsdə xəstəliyi təyin etmək, xəstəliyi törədən amillər, xəstəliyin böhranı, xəstəliyin qabaqcadan müəyyən edilməsi və onun əmələ gəlməsini əvvəldən bildirən əlamətlər, nəhayət, xəstəliyin ölüm hadisəsilə nəticələnəcəyini müəyyənləşdirmək hallarından danışılır.

Bunlardan başqa, bu bəhsdə baş və beyin, göz, qulaq, burun, ağız, diş, zökəm, nüzlə, ciyərlərin iltihabı; ürək, ciyər, mədə, ishal, qulunc, məqəd, dalaq, sarılıq, istisqa; dəri-zöhrəvi xəstəlikləri,

qadın xəstəlikləri, yel, isitmə, yara, şiş, sümük sınması və zəhərlənmənin müalicəsindən danışılır.

Əsərin həcmi heç də çox olmayan 125 vərəq olmasına baxmayaraq cəlbedici və böyük əhəmiyyətə malikdir.

Həmçinin o dövr tibb aləmi üçün qiymətli sayılan Əbu Əli ibn Sina əsərləri diqqətdən kənar deyildi. Onun "Qanun" [5], "Əl-mücəllidüs-sani min əl-qanun fit-tibb" tibbə aid olan əsərləri tam geniş mənada işıqlandırılmış və istifadə edilmişdir. Azərbaycan Atabəylər Dövləti tarixində böyük nüfuz qazanmış filosof və təbib Nəcməddin Əhməd ibn Əbubəkr Naxçıvani məhz tibb elminin bilicisi olmuşdur. O, Naxçıvanda fəlsəfənin və təbiət elmlərini dərindən öyrənərək mənimsəmişdir. İbn Sinanın əsərləri ilə yaxından tanış olan Naxçıvani "Tənasüx" təliminə güclü meyl göstərmişdir. "Filosofun "Məntiqin məğzi və fəlsəfənin xülasəsi" ("Lübab əl-məntiq və xülasət əl-hikmət") traktatının bir əlyazması Nəcəf (İraq) şəhərində mühafizə edilir. Onun İbn Sinanın "Tibb qanunu" ("əl-Qanun fit-tibb") kitabına yazdığı şərh Parisdə, "İşarələr və qeydlər" ("əl-İşarət vət-təlbihat") kitabına yazdığı şərh İstanbulda saxlanılır" [2, s. 303].

Naxçıvanın tibb elmində tanınmış filosof və təbibi, həmçinin böyük mütəfəkkir aliminin qədim Naxçıvan torpağında dünyaya göz açması haqqında Məhəmməd Baqir Xansari yazmışdır: "O, böyük şəxsiyyət Naxçıvan şəhərindən idi və ibn Sinanın əsərlərinə şərhlər yazırdı" [3, s. 36].

Azərbaycan Atabəylər Dövlətinin hakimiyyəti dövründə ölkədə bir çox görkəmli həkimlər işləyərək fəaliyyət göstərirdilər. Hətta bunların bəziləri barəsində mənbələr çox maraqlı məlumatlar mühafizə edib saxlamışdır. Onlardan biri, islam dinini qəbul etmiş Samuil ibn Yəhya ibn Abbas əl-Məqribi əl-Əndəlusidir. Bağdadda həkimlik sənətinə yiyələnməklə təbiblik etmişdir. Sonra isə o, Naxçıvana köçür və Atabəy Pəhləvanın sarayına və onun dövlətinin əmirlərinə xidmət göstərməyə başlayır.

O dövrün tanınmış görkəmli həkimlərindən biri də Cəlaləddin Təbib idi. O, dünyanın misilsiz həkimlərindən biri olmuşdur. Naxçıvan atabəyi Özbək ibn Məhəmməd ibn Eldənizin yanında layiqli xidmət edir və heç vaxt ondan ayrılmır.

Atabəy Özbək onun haqqında deyirdi: "Mənim həyatımı saxlayan bu adamdır. O, yalnız xəstələnənlərin möcüzəli şəfavericisi deyil. O, xəstəliyi əvvəlcədən təyin edir və o dərəcədə dava-dərman hazırlayır ki, onlar tam mənasında müalicə edir. Onun varlığı insanlara hədsiz xeyir verir və sonralar ona bənzər heç bir həkim yetişməmişdir" [1, s. 229].

Həmin dövrün görkəmli tanınmış həkimlərindən biri İbn Habal ləqəbi ilə məşhur olmuş Əli ibn Əhməd Əbdül-Hüseyn olmuşdur ki, o, da öz növbəsində Naxçıvana köçmüş və təbiblik etmişdir.

Orta əsr Azərbaycan Atabəylər Dövləti tarixində məşhur təbibliyi ilə tanınan Naxçıvan torpağının digər bir yetirməsi həkim Fəxrəddin Əbu Abdulla Əhməd ibn Ərəbşah ibn Əli ibn Cəbrail ən-Naxçıvani fəaliyyət göstərmişdir.

Sözsüz ki, Xaqani Şirvanini də müalicə etmək üçün atabəy Qızıl Arslan Naxçıvandan ona görkəmli tanınmış həkim Fazil Rəşidəddin Məcd əl-Hükəma Şərəf əş-Şirvan Mahmud ət-Təbibi göndərmişdir.

Həmçinin Azərbaycan Atabəylər Dövləti tarixində mühüm nailiyyətlər əldə etmiş, tibb elminin bilicisi, görkəmli həkimlərdən biri də Mövlana Cəlaləddin ər-Ruminin yaxın dostu və eyni zamanda müalicə edən həkimi Əkmələddin ən-Naxçıvani idi. Hətta həkim Əkmələddin ən-Naxçıvanini orta əsrlərdə yazılmış əsərlərdən birinin müəllifi onu "Müdriklərin ağası, dünya

həkimlərinin rəisi" və bir çox başqa təmtəraqlı ləqəblərlə adlandırmışlar. Həqiqətən o, öz növbəsində təbabətin sirlərini öyrənmiş və layiqincə həyata keçirmişdir.

Ümumiyyətlə, belə bir məntiqi nəticəyə gəlmək olar ki, Atabəylər dövründə Naxçıvanda tibb elminin inkişaf mərhələsi bir başa Azərbaycan Atabəylər Dövlətinin diqqət və qayğısı nəticəsində həyata keçirilmişdir. Ona görə də orta əsr Atabəylər dövrünün Naxçıvanda tibb elminin inkişafı və yetişən görkəmli təbiblərin əsərləri və xalq təbabətinə aid Azərbaycan, fars və ərəb dillərində təxminən 550-dən çox əlyazma mətnləri və çap kitabları mövcuddur ki, bunların əksəriyyətinin yazılış tarixi lap qədimlərə gedib çıxır. Bu da öz növbəsində Atabəylər dövründə Naxçıvanda tibb elminin inkişafına, təbabətin gerçəkliyinə, təbii müalicə üsullarının müxtəlifliyinə və təbiblərin gələcək inkişafı naminə yaratdığı mühüm əhəmiyyətin olması deməkdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Bünyadov Z.M. Azərbaycan Atabəylər Dövləti (1136-1225-ci illər). Bakı: Elm, 1985, 258 s.

2. Fəlsəfə ensiklopedik lüğəti. Müəllif kollektivi, Bakı: Azərbaycan Ensiklopediyası, 1997, 520 s.

3. Məmmədov Z. Orta əsr Azərbaycan filosofları və mütəfəkkirləri. Bakı: Elm, 1986, 176 s.

4. Müxtəsər tibb. Əlyazması. M.Füzuli adına Əlyazmalar İnstitutu. Şifri: A-576. 10963, 125 vərəq.

5. İbn Sina. Qanun. Əlyazması. M.Füzuli adına Əlyazmalar İnstitutu. Şifri:M-136. 17026, 537 h.q.(miladi 1142),190 vərəq.

ZEHİRLİ BİTKİLER VE BAL ÜRETİMİ.

İbragimova Aynur Masim[1], Feride Safarova Akif[2]

[1]Ministry of Science and Education Republic of Azerbaijan,
Nakhchivan State University, Doctor of Philosophy in Biolog
Orcid İD:https//orcid.org/000-0001-5713-6740
[2]Doctor of Philosophy in Biolog Nakhchivan State University

Azerbaycan'da arıcılığın tarihi çok eskilere dayanmaktadır. M.Ö. 9-8. yüzyıllarda Transkafkasya'da halk arıcılıkla uğraşıyordu. 10-12. yüzyıllarda Azerbaycan'da arıcılık daha da gelişmiş, arıcılık ürünleri (bal, balmumu) dış ülkelere bile satılmıştır. Gizemli bir bilince sahip olan bu böcek, çiçeklerin üzerine konup onların nektarını kendine özgü bir yöntemle emerek, insanlar için en faydalı nektarı, yani balı üretiyor. Bal arıları, aslında prederatör (böcek yiyen) bir familyanın alt üyesidirler ve artık böcek yemeyi bırakmışlardır. Aynı familya içerisinde diğer arılardan yaban arısı, eşek arısı, marangoz arı (Xylocopa, Carpenter bee), bombus gibi türler de bulunur. Bal arısı ana arı, erkek arılar ve işçi arılardan oluşur. Yavruları ana arı yapar. Döllenmiş yumurtalardan işçi ve Ana arılar, döllenmemiş yumurtalardan erkek arılar meydana gelir. Ana arı ile işçi arı arasındaki farkı larva döneminde yapılan beslenme oluşturur. Arılar ayrıca polen toplamak ve taşımak için scopal tüyleri ve polen sepetleri olarak bilinen yapılar geliştirdiler. Yer ve tür, arı grupları arasında farklıdır. Çoğu türün arka ayaklarında veya karınlarının alt tarafında skopal tüyler bulunur. Apidae familyasındaki bazı türlerin arka ayaklarında polen sepetleri bulunurken, çok azı bunlardan yoksundur ve bunun yerine ekinlerinde polen toplar. Bu yapıların görünümü, anjiyospermlerin adaptif radyasyon'unu ve ardından arıların kendilerini harekete geçirdi [4]. Arılar birlikte evrimleşti sadece çiçeklerle değil, bazı türlerin akarlarla birlikte evrimleştiğine inanılıyor. Bazıları akarlar için barınak sağlıyor gibi görünen acarinaria adı verilen tüy tutamları sağlar; Buna karşılık, akarların polenlere saldıran mantarları yediklerine inanılır, dolayısıyla bu durumda ilişki karşılıklı olabilir. Arıların hayatını doğal yaşamda araştırdıkda çok enteresan bilgiler edine bildik: arılar, arı kovanına geri dönen arılardan bilgi alıyorlarmış, nektarı vey a poleni nerden taşıdıkları konusunda, temiz olmayan yerlere uğrayan arıları kovana almıyorlarmış. Yan yana yerleştirilen iki arı kovanı bazen bir birileriyle bir savaşa gire biliyor ve iki arı ailesinden sadece bir arı ailesi hayatda kala biliyormuş bazen [4].

Anahtar kelimeler: Zehirli bal, zehirli bitki, Ranunculaceae Adans., Aconitum L., Ranunculaceae Adans., Aconitum L.

Key words: Toxic honey, poisonous plant, Ranunculaceae Adans., Aconitum L.

Arıların üretdiği doğal balın iki çeşidi vardır: yabanı bal ve çiçek balı. Doğada kuraklık dönemlerinde yağmur yağmadığında bal arıları, bazı bitkilerin yaprak ve gövdelerinden veya bitkilerin üzerindeki böceklerden salgılanan tatlı özsuyu toplarlar; buna gezgin bal denir. Bu tür bal bir yıl saklandığında zararlı özellikleri ortadan kalkıyor ve yenmeye uygun hale geliyor. Yabani balın diğer ballara göre daha güçlü bir bakteri öldürücü (mikrop öldürücü) etkisi vardır. Tadı itibariyle kalitesi düşüktür. Bal özü arılar için zararlı olduğundan kış beslenmesinde uygun değildir. Bal bulanıklığının belirlenmesi: Balda bulanıklık olup olmadığını belirlemek için bir

test tüpüne bir miktar bal konur, üzerine bir miktar damıtılmış su eklenir ve kuvvetlice çalkalanarak karıştırılır. Elde edilen karışıma eşit miktarda limon suyu eklenip kaynama noktasına kadar ısıtılır. Eğer çözelti bulanıklaşırsa ve kahverengi köpüklü bir çökelti oluşursa bu balın spor içerdiğini gösterir.

Çiçek balı, elde edildiği çiçeğe göre değişiklik gösterebilir. Bunlara ıhlamur, yonca, karaçalı, akasya, ayçiçeği, zeytin vb. dahildir. Çiçek balı kaliteli olup kestane, defne vb. çiçeklerden elde edilir. Bitkilerden elde edilen bal düşük kaliteli, zehirli bitkilerin nektarlarından elde edilen bal ise zehirli veya afrodizyak bal olarak değerlendiriliyor. Bal, esas olarak kökenine göre iki büyük gruba ayrılır. Bu gruplar arasında monofloral (tek tip çiçekten; Örn. ıhlamur, akasya vb.) ve polifloral (farklı çiçeklerden; Örn. çayır çiçeklerinden toplanan) ballar yer almaktadır. Ihlamur balı, arılar tarafından ıhlamur ağacının çiçeklerinden toplanır. Aroması ve güzel tadı nedeniyle oldukça değerlidir. Ihlamur balı şeffaf veya açık sarı renktedir. Akasya balı çok şeffaf, hoş kokulu ve lezzetlidir. Geç olgunlaşan ve kaliteli bir bal olduğu düşünülmektedir. Ayçiçeği balı koyu sarı renkte ve hoş bir tada sahiptir. Bu bal çabuk bozuluyor. Pamuk balı şeffaf renkte olup, kendine özgü tat ve aromaya sahiptir. Hızla kararır ve karardıkça beyazlaşarak iri taneli bir tortu oluşturur. Arılar kestane balını, kestane ve at kestanesi çiçeklerinden toplarlar. Kestane çiçeklerinden elde edilen bal renksiz - sulu, kestane çiçeklerinden elde edilen bal ise koyu renkli - çok sulu ve acımsı - olduğundan sadece şekerleme sektöründe kullanılır. Balın rengi, aroması ve tadı, toplandığı çiçeklerin çeşidi ve rengiyle ilgilidir. Balın rengi tamamen şeffaftan sarıya, kahverengiye, donuk mora vb. kadar değişir. Farklı tonlarda gelir. Arılar dağlardaki özel uçucu yağ bakımından zengin, zehirli bitki türlerinden zehirli veya afrodizyak etkili bal toplarlar. Dünya genelinde yaygın olarak bulunan Rhododendron ponticum, Echium plantagineum, Coriaria arborea, Brachyglottis repanda, Cyrilla racemiflora, Euphorbia geniculata, Aesculus pavia, Astragalus lentiginosus, Caltha patustris, Allium cepa, Ledum palustre, Stachys arvensis, Solanum nigrum, Datura stramonium, Aconitum nasutum, Papaver somniferum, Veratrum album, Ledum palustre, Ranunculus rivularis, Astragalus bolanderi, Nicotiana tabacum vb. zehirli bitkilerin nektarlarından elde edilen bal zehirlidir. "Bal zehirlenmesi" olarak adlandırılan bu hastalığın belirtileri alkol zehirlenmesine benzediği için şiddetli seyrediyor. Bu tür ballar tüketildiğinde insanda coşku verici etki yaratırken, zehirlenmelere de yol açabiliyor. Bazen ateş yükselir, mide bulantısı, nefes darlığı, baş dönmesi, halsizlik, hatta bilinç kaybı görülebilir. Zehirli bal, antik çağlardan beri insanlar tarafından bilinmektedir. Bu bal kimyasal silah olarak kullanılmış. Milattan 400 yıl önce Karadeniz bölgesinde Yunan askerlerinin yerli halk tarafından balla zehirlendiği tarihî kayıtlarda bilinmektedir. Bal yiyen askerlerde mide-bağırsak rahatsızlıkları meydana geliyor, zehirlenmeler oluyor ve kolayca esir alınıyorlardı. Hafif acımsı ve buruk bir tada sahip olan zehirli bal, ancak kaynatıldığında zehirli özelliğini yitirir.

Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nde yapılan bir araştırmada 302 bitki türünün zehirli olduğu tespit edildi. Çalışma kapsamında, Özerk Cumhuriyet meralarında 5 bitki türü, 4 alt tip, 19 formasyon sınıfı, 39 formasyon ve 53 birlik içerisinde bulunan zehirli bitkilerin baskınlığı araştırılmış, bunların biyoekolojik özellikleri, rakıma bağlı dağılım şekilleri ve hayvancılık üzerine etkileri incelenmiştir. Özerk Cumhuriyet'te yayılış gösteren Aconitum L., Datura L., Hyoscyamus L., Delphinium L. ve Ranunculus L. bitkilerinden elde edilen nektarlarda tanen, uçucu yağlar, ericolin, terpenler, dihidroksikumari, akonarin ve arbutin toksinleri, alkaloitler bulunduğundan balın bileşimine geçmektedir.

Aconitum L.- Kuzey Yarımküre'nin ılıman bölgelerinde yayılış gösteren Aconite cinsine ait 60 türden 6'sı Kafkasya'da, 3'ü Azerbaycan'da, 2'si ise Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nde bulunmaktadır. Bu cinse ait tüm türler çayırların en zehirli bitkileri arasındadır. Hem tazesi hem de kurutulmuşu olmak üzere her kısmı zehirlidir. Akonit gelişiminin tüm evrelerinde, en toksik

olduğu düşünülen akonit tipi alkaloitler büyük miktarlarda bulunur. Bir hayvanın canlı ağırlığının kilogramı başına 0,02-0,05 mg'lık bir doz ölüme neden olmak için yeterlidir ve 3-4 mg'lık doz insanlarda ölüme neden olmak için yeterlidir. Zehirlenme sırasında hayvanların sinir sistemi ve kalp fonksiyonları bozulur. Bu durum ölümle sonuçlanır. Bu maddeyle zehirlenmiş hayvanların etini yemek de tehlikelidir. Aconitium confertiflorum (DC) Gayer – Ekinezya aconiti ve Aconitium nasutum Fisch. ex Reichenb - Burunlu aconite türleri arılar için de tehlikeli kabul edilir, çünkü arıların aconite'den yaptıkları bal zehirlidir. 1926 yılında Çin'de Bombus arısı yuvasından alınan Acotinum balı yüzünden insanların öldürülmesi olayı, tarihi gerçeklere dayandırılarak açıklanmaya çalışıldı. Bal ve polen zehirlidir. Aconite balı, zongorin alkaloitine benzer toksik bir halkalı bileşik oluşturan diterpenoid alkaloitler içerir. Bu durum arının kendisi için de tehlikelidir.

Delphinium L., Bu cinsin 150 türü Kuzey Yarımküre'nin ılıman bölgesinde yayılış göstermektedir. Kafkasya'da 23, Azerbaycan'da 13, Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nde ise 12 türü bulunan bu bitkinin zehirli olduğu belirtiliyor. Bunlar 10-70 cm boyunda çok yıllık bitkilerdir. Çiçekler mavi renkli, brakteler 10-13 mm uzunluğunda, dikdörtgen-eliptik, dikdörtgen-mızrak şeklinde veya ters yumurtamsıdır. Haziran-ağustos aylarında çiçek açar ve tohum üretir. İlk kez Frayn

Delphinium *freynii Conrath'ın* toprak üstü kısımlarında alkaloitlerin varlığı Başbakan tarafından doğrulandı. Abbasov ve N.M. İsmailov (1955). Sabah Guliyev ve B.Ş. Guliyev'in "Azerbaycan çayırlarının zehirli ve zararlı bitkileri ve bunlarla mücadele tedbirleri" adlı eserinde Delphinium aramaticum (N.Busch) Grossh. - Argydag sütleğen zehirli bir bitki olarak listelenmemiştir [1, s. 149], ancak yapılan araştırmalar sonucunda Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'ndeki subalpin çayırlarda yetişen bu türün çiçeklenme döneminde %2,78 oranında alkaloit içerdiği tespit edilmiştir. [2, s. 148].

Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti florasında 6 adet sütleğen türünün çiçeklenme ve tohum verme dönemlerinde bütün organlarında, özellikle çiçek ve tohumlarında yüksek miktarda alkaloit bulunmaktadır. Bitki kuruduğunda alkaloit miktarı önemli ölçüde azalır. Delphinium foetidum Lomak. - Agarwood ve D. szowitsianum Boiss. – Sütleğen, henüz tam olarak incelenmemiş olan delphinium alkaloitini içerir. Meralarda çiçeklenme ve tohum oluşumu dönemlerinde daha da zehirli hale gelerek, çiftlik hayvanlarında ölümcül zehirlenmelere yol açıyor. Balın içeriğindeki diterpenoid alkaloit arılar için insanlara göre daha az toksiktir.

Ranunculus L. cinsi Azerbaycan'da 33 türle, Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nde ise 16 türle temsil edilmektedir. Düğün çiçeği ailesinin temsilcileri, keskin bir kokuya ve yanık bir tada sahip olan uçucu madde protoanemonin içerir. Bitki kuruduğunda, bu madde yavaş yavaş buharlaşır ve kaybolur. Yapılan analizler sonucunda Ranunculus tövbe etti. L.- Sürünen düğün çiçeği, R. caucasicus Bieb. – Kafkas düğün çiçeği (R. oreophilus Bieb.)- Dağ düğün çiçeği türünün çiçeklenme döneminde önemli miktarda alkaloit içerdiği, bitkinin diğer kısımlarında ise nispeten daha az miktarda alkaloit bulunduğu tespit edilmiştir. Ranunculus sceleratus L. - Zehirli düğün çiçeği, Ranunculus dissectus Bieb.(R. szowitsianus Boiss., R. napellifolius auct. non DC.) - Sowich q., R. repens L. - Sürünen q., R. meyerianus Rupr. - Meyer q., R. caucasicus Bieb. - Kafkasya, R. oreophilus Bieb. - Dağ gülü, R. grandiflorus L. (R. kotschyi auct. non Boiss.) - Büyük çiçekli gül, R. brachylobus Boiss. & Hohen. - Kısa dilli, R. strigillosus Boiss. & Huet - Tüylü g., R. aucheri Boiss. (R. elbrusensis Boiss.) - Oshe ör., R. illyricus L. (R. meridionalis Grossh.) - İlirya ör., R. oxyspermus Willd. - Yabani kadife çiçeği (R. arvensis L.) - Yabani kadife çiçeği türleri, mera ve otlakların başlıca zehirli bitkileri olup, çiftlik hayvanlarına ve arıcılığa ciddi zararlar vermektedir. Çok zehirli bir yağ olan "protoanemonin"

salgılar. İçeriğinde glikozit ve ranunkulin toksini bulunmaktadır. Nektar ve polenler zehirli olduğundan kovan zehirlenmesine yol açarlar. Peteklerde saklanan polenler en az 3 yıl boyunca toksik etkisini korur. Düğün çiçeği cinsinin çiçekleri altın sarısı renkte olup, Haziran-Ağustos aylarında çiçek açtığından tüm türleri arılarda zehirlenmeye ve ölüme neden olur. Genç arılar zehirlendiklerinde kovan girişinde titrerler, uçamazlar ve kısa sürede ölürler [3, 4].

Solanaceae Adans. Familyasına ait olan Datura L. cinsinin yaklaşık 10 türü bulunmakta olup, bunlardan ikisi bölgemizde yetişmektedir. Bunlardan Datura stramonium L. (Adi Datura) yabani florada yaygın olarak bulunurken, D. inoxia Mill (Hint Daturası) ise kültür florasında yaygın olarak bulunmaktadır. İkisi de zehirli bitkilerdir. Bu türlerden biri olan Datura stramonium L. (Adi datura), doğal olarak Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nin tüm bölgelerinde, tarım alanlarında, çit diplerinde ve yol kenarlarında yabancı ot olarak bulunmaktadır. Böyle yoğun ve bakir ormanlar, Culfa ilçesindeki Arafsa ve Lekatag köyleri ile Ordubad ilçesindeki Nusnus köyü yakınlarındaki Sari vadilerinde bulunmaktadır. Datura stramonium L. - Yaygın Datura Stramonium, Latince'de "deli" anlamına gelir. İlaç üzerinde ilk deneyler 1762 yılında Viyana'da kraliyet hekimi Störck tarafından yapıldı ve bunu başka deneyler izledi. Yazın çiçekleri açık beyaz veya sarı renktedir. Kurak bölgelerde ve elverişsiz şartlarda verimli bir şekilde yetişir. Karahindiba 20-100 cm boyunda, dik, bir yıllık, zehirli bir bitkidir. Çiçekleri çok büyük ve huni şeklindedir. Çanak yaprak, 3-5 cm uzunluğunda, tüp şeklinde 5 çanak yapraktan oluşur. Taç yaprağı büyük olup 5 beyaz taç yapraktan oluşmuştur. Taç yaprakları 10 cm uzunluğa kadar ulaşabilir ve birleşerek tüp şeklini alır. 5 adet stamen bulunmaktadır. Dişi organ, üstte yumurtalık olmak üzere 2 meyve yaprağından oluşmuştur. Bitki haziran-eylül ayları arasında çiçek açar ve meyveleri ekim ayında olgunlaşır. Bitkinin çiçek ve yaprakları % 0,30-0,75 oranında toksik alkaloitler olan hiyosiyamin ve az miktarda skopolamin içerir. Aynı zamanda gövdesinde %0,15, kökünde %0,12-0,27, tohumlarında %16-25 yağ, %0,22 oranında alkaloitler bulunmaktadır. Bu alkaloitlerin en önemlisi hiyosiyamindir. Kök boya bitkisinin yapraklarından toplanan ve kurutulan hiyosiyamin alkaloidi, izomeri olan atropin alkaloidine dönüşür. Dolayısıyla kök boyanın esas etken maddeleri tropan alkaloitleri sınıfına giren atropin grubu alkaloitlerdir.

Hyoscyamus L. –Bu cinsin üç türü Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nde yaygındır: Hyoscyamus niger L. - Siyah mercan otu, H. pusillus L. - Küçük mercan otu ve H. reticulatus L. - Ağsı mercan otu. Bu türlerin hepsi hiyosiyamin grubu alkaloitleri içerdiklerinden insanlar, hayvanlar ve arılar için toksiktir. Başlıca alkaloitleri hiyosiyamin ve skopolamindir.

Hyoscyamus niger L.- Qara batbat 60-70 cm boyunda, sık kazık kök yapısına sahip, iki veya tek yıllık otsu bir bitkidir. Çanak yaprak 5 çanak yapraktan, taç yaprak 5 taç yapraktan oluşmuş olup açık veya koyu sarı renktedir, ovaryum üst tarafta ve iki lobludur. Tohumlar 1-1,5 mm uzunluğunda ve böbrek şeklindedir. Çok zehirli bir bitkidir. İçeriğinde %0,02-0,1 oranında hiyosiyamin, atropin alkaloitleri ve skopolamin bulunur. Flavonoidler arasında rutin keşfedildi. Alkaloitlerin miktarı -82- bitkinin köklerinde %0,15-0,18, gövdede %0,01, yapraklarda %0,045-0,1 ve dokularda %0,06-0,1 oranındadır. Tohumlarında %35'e kadar yağ bulunmaktadır. Yapraklarında karoten (provitamin A) ve %82'ye kadar C vitamini bulunmasına rağmen, zehirli olduğundan vitamin bitkisi olarak kullanılamaz. Bitkiden nektar toplayan arıların bir kısmı öldürülürken, nektarı taşıyan arılar ise yavrularına zehirli maddeler karıştırıyor. Çok miktarda alkaloit içeren balla beslenen bal arıları ölüyor. 1956 yılında Ermenistan'daki 50 arı kolonisinden 24'ü bu bitkiden zehirlendi, geri kalanı ise zayıfladı. Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nin Gilançay, Havuş, Bilev, Behrud, Paraga, Nasirvaz, Teyvaz, Milakh, Boyahmed vb. bölgeleri. Alanlarda yeterli rezerv bulunmaktadır.

Laboratuvarda tanı koyabilmek için, ölen arıların dikkatle izlenmesi gerekir; çünkü alkaloitler sinir sistemini daha çok etkiler. Arılar başlangıçta tedirgin olurlar, saldırmaya ve sokmaya meyilli olurlar. Arılar bu durumda kanatlarını açıp titreyerek dairesel hareketler yaparak ileri geri uçarlar. Daha şiddetli zehirlenmelerde ise uçma yeteneklerini kaybederek sırt üstü düşüp ölürler. Zehirlenme şüphesi olan kovanlardan hasta ve ölü arılar en kısa sürede çıkarılıp laboratuvara ulaştırılmalı ve analizleri takip edilmelidir. Arının bacaklarına yapışan polenlerin bitki türü açısından incelenmesi gerekir. Bu sayede arının ziyaret ettiği bitkiler tespit edilebilir. Arı kovanlarında polen veya nektar zehirlenmesi görüldüğünde, zehirli polen veya nektarla dolu çerçeveler vakit kaybetmeden çıkarılıp yerine şeker şurubu dolu çerçeveler yerleştirilir. Zayıf kovanlar, yumurta bırakma çerçeveleri ile çerçeveler sağlanarak güçlendirilir [3, 4].

Bal ne kadar zehirli olsa da bir çay kaşığından az kullanıldığında faydaları saymakla bitmez. Az miktarda tüketildiğinde sinir sistemi, diyabet, mide ve bağırsak sorunları, yüksek tansiyon gibi rahatsızlıklara olumlu etki ediyor. Yani zehirli bal hem ilaçtır hem de zehirdir.

EDEBİYAT

1. 1. Guliyev A.M., Guliyev V.Ş. Azerbaycan çayırlarının zehirli ve zararlı bitkileri ve bunlarla mücadele tedbirleri. Bakü, Azerbaycan, 1961, 184 s.
2. 2. Talibov T.H., Safarova F.A. Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nin zehirli bitkileri. Kitap. "Ajami" yayınevi. 2017, s. 232.
3. 3. Safarova F.A., Hidayatzade F.Z. Delphinium L.'nin zehirli türü – Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti florasında yaygın olan Delphinium. Azerbaycan Cumhuriyeti Eğitim Bakanlığı, Nahçıvan Üniversitesi'nin bilimsel çalışmaları. No. 3(18), Nahçıvan "NUH", 2020. s. 199-204
4. 4. Safarova F.A. Aconitum L. - Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti florasında Aconite cinsinin türleri / XVI. Cumhuriyet Lisansüstü Öğrenciler ve Genç Araştırmacılar Bilimsel Konferansı Materyalleri. Bakü, 2012, s. 78-81
5. 5. Safarova F.A. Ranunculaceae Adans, Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti Kırmızı Kitabında yer almaktadır. - Asteraceae familyasının zehirli türleri // Nahçıvan Devlet Üniversitesi'nin bilimsel çalışmaları. Nahçıvan: Cesaret, 2012, №1, s. 42- 48
6. Исмаилов Н.М. Алкалоидоносные растения Азербайджанской ССР. Баку, Элм, 1975,199 səh
7. Роль в фитосенозах рода Аконит (Aconitum L.) во флоре Нахчыванской АР Материалы XI международной научно-практической конференции «Современные проблемы гуманитарных и естественных наук». Москва, 2012, с.46-49
8. Биологическая характеристика ядовитых видов рода Ranunculus L. во флоре Нахичевани // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9. №11. С. 29-35. https://doi.org/10.33619/2414-2948/96/03
9. Сафарова Ф.А. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды семейства Ranunculaceae Juss.,nom.cons. – Лютиковые в растительности Нахчыванской Автономной Республики. // Бюллетень науки и практики. Т. 10. №12 2024 . (109 выпуск) https://doi.org/10.33619/2414-2948/109

EFFECTIVE TECHNOLOGIES FOR THE PRODUCTION OF BIOGAS USING LOCAL RAW MATERIALS

YEREL HAMMADDELER KULLANILARAK VERİMLİ BİYOGAZ ÜRETİM TEKNOLOJİLERİ

Сунакбаева Дилара Кахаровна

Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті

техн.ғ.к., қауымдастырылған профессор м.а.

https://orcid.org/0000-0002-1182-7113

Sunakbaeva D.K., candidate of technical sciences, Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University (Turkestan, Kazakhstan)

Айдарбекова Жанна Кайсарқызы

«Қоршаған орта» білім беру бағдарламасының 4-курс студенті

Aydarbekova J.K., 4th year student of the "Environment" educational program

Аңдатпа: *Бұл мақалада күн энергиясы, жел энергиясы, атом энергиясы, биогаз болып табылатын электр қоректендірудің балама көздері зерттелініп, биогазға ерекше көңіл бөлінді.Сонымен қатар биогаз қондырғыларының жіктелуі әзірленді, олардың жұмыс істеу ерекшеліктері ашылды, жүйелік және үдерістік тәсіл негізінде биогаз қондырғысы процестерінің картасы әзірленді. Мал шаруашылығы фермаларының қалдықтарын қайта өңдеудің кешенді міндеттері бойынша мәселелер қаралды. Биогаз қондырғысының техникалық сипаттамалары ұсынылды және жұмыс параметрлері анықталды.*

Кілт сөздер: биогаз, альтернативті энергия, қалдықтар, агроөнеркәсіп, қондырғылар, биотехнология.

Summary: *In this article, special attention was paid to biogas, studied alternative sources of power, which are solar energy, wind energy, nuclear energy, biogas. Also the classification of biogas plants is developed, the features of their functioning are revealed, the map of processes of biogas plant on the basis of system and process approach is developed. Questions on complex problems of processing of waste of livestock farms are considered. The technical characteristics of the biogas plant are presented and the operating parameters are determined.*

Keywords: biogas, alternative energy, waste, agro-industry, facilities, biotechnology.

Özet

Bu makalede, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, Atom Enerjisi, biyogaz olmak üzere alternatif güç kaynakları incelenmiştir. Biyogaz tesislerinin sınıflandırılması da geliştirildi, işleyişinin özellikleri ortaya çıktı, sistem ve süreç yaklaşımına dayalı biyogaz tesisatının süreç haritası geliştirildi. Hayvancılık çiftliklerinin atık geri dönüşümünün kapsamlı görevleri ile ilgili konular ele alınmıştır. Biyogaz kurulumunun teknik özellikleri ve çalışma parametrelerini sunuldu.

Anahtar kelimeler: biyogaz, alternatif enerji, atık, tarımsal sanayi, tesisler, biyoteknoloji.

NITROGEN DYNAMICS in *PANCRATIUM MARITIMUM* L. and *LEUCOJUM AESTIVUM* L.: A COMPARATIVE ANALYSIS in RELATION to PHENOLOGICAL STAGES

PANCRATİUM MARİTİMUM L. ve *LEUCOJUM AESTİVUM* L. TÜRLERİNDE AZOT DİNAMİĞİ: FENOLOJİK EVRELERLE İLİŞKİLİ KARŞILAŞTIRMALI BİR ANALİZ

Emire ELMAS

Doç. Dr., Sinop Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, bitki Ekolojisi, 0000-0002-5620-1798

Özet

Bu çalışmada, nesli tehlike altında olan *Pancratium maritimum* L. (Kum zambağı) ve *Leucojum aestivum* L. (Göl soğanı) türleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Farklı habitatlara (kumul ve sulak alan) adapte olmuş bu iki Amaryllidaceae üyesi türün azot alım stratejileri, fenolojik evreleriyle ilişkilendirilerek değerlendirilmiştir.

Her iki türde, gelişim sezonu boyunca aylık olarak toplanan yaprak örneklerinden azot içerikleri Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiş, veriler SPSS v21 paket programında normalite analizleri ve varyans testleriyle değerlendirilmiştir. *P. maritimum*'da Kruskal-Wallis testi, aylar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermiştir ($p<0,01$). Mann-Whitney U testi ile yapılan çoklu karşılaştırmalar Nisan ve Eylül aylarının azot düzeyleri bakımından diğer aylardan anlamlı derecede yüksek olduğunu ortaya koymuştur ($p<0,01$); bu dönemler sırasıyla vegetatif büyüme ve tohum gelişimi fazlarına karşılık gelmektedir. Diğer yandan, mayıs ile haziran, temmuz ve ağustos arasındaki fark önemli bulunurken ($p<0,01$), temmuz ve ağustos arasındaki fark anlamlı değildir. *L. aestivum* için yapılan One-Way ANOVA ve Tukey testleri, Şubat ayının diğer aylara göre anlamlı derecede yüksek azot düzeyine sahip olduğunu göstermiştir. Bu ay bitkinin yaprak gelişim evresine denk gelmektedir.

Elde edilen bulgular, her iki türün farklı habitat koşullarına özgü azot kullanım stratejileri geliştirdiğini ortaya koymuştur. *L. aestivum* erken sezonda yüksek azot birikimiyle vejetatif büyümeye odaklanırken, *P. maritimum* hem erken büyüme hem de generatif evrede azot alımını artırmaktadır. Tür bazlı stratejik farklılıkların ortaya konulması, türlerin korunmasına yönelik çalışmalar için değerli öngörüler sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Geofit, kumul, sulak alan, besin elementi, mevsimsel değişim

Abstract

In this study, the endangered species *Pancratium maritimum* L. (Sand lily) and *Leucojum aestivum* L. (Lake onion) were comparatively analysed. Nitrogen uptake strategies of these two Amaryllidaceae species adapted to different habitats (dune and wetland) were evaluated in relation to their phenological stages.

In both species, nitrogen contents of leaf samples collected monthly during the growing season were determined by Kjeldahl method and the data were evaluated by normality analyses and variance tests in SPSS v21 package programme. In *P. maritimum*, Kruskal-Wallis test showed

that the differences between months were statistically significant ($p<0.01$). Multiple comparisons with Mann-Whitney U test revealed that April and September were significantly higher than the other months in terms of nitrogen levels ($p<0.01$); these periods correspond to vegetative growth and seed development phases, respectively. On the other hand, the difference between May and June, July and August was significant ($p<0.01$), while the difference between July and August was not significant. One-Way ANOVA and Tukey tests for *L. aestivum* showed that February had significantly higher nitrogen levels than other months. This month coincides with the leaf development stage of the plant.

The findings revealed that both species developed nitrogen utilisation strategies specific to different habitat conditions. While *L. aestivum* focusses on vegetative growth with high nitrogen accumulation in the early season, *P. maritimum* increases nitrogen uptake in both early growth and generative stage. The identification of species-based strategic differences provides valuable insights for species conservation efforts.

Key words: Geophyte, dune, wetland, nutrient, seasonal variation

POSITRON ANNIHILATION AND CREEP RESISTANCE STUDIES OF ENVIRONMENTAL-FRIENDLY LEAD-FREE MACHINING ALUMINUM ALLOYS

Nermin A. Abdelhakim

Materials Physics Laboratory, Physics Department, Faculty of science, Mansoura University, Mansoura, Egypt

https://orcid.org/0000-0003-4887-3348

Abstract

The paper describes a new lead-free environmentally friendly freemachining aluminum-Zinc alloy containing small additions of tin and indium. The structural properties have been investigated by Xray diffraction (XRD). Indentation creep of free machining Aluminum-Zinc-Tin-Indium alloys was studied by Vickers indentation testing at room temperature. Internal friction and thermal diffusivity measured using dynamic resonance technique. Specific heat and activation energy determined using differential scanning calorimeter. Al96.77-Zn0.1-Sn1.5-In1.63 alloy with higher (n) values is more resistant to indentation creep compared to other meltspun Aluminum-Zinc-Tin-Indium alloys. The data showed that the creep resistance and thermal diffusivity are increased by increasing Sn-In content, while the internal friction are very small for all AlZn-Sn-In alloys. Thermal activation energy showed maxima for Al98.86-Zn0.1-Sn0.5-In0.54 and Al96.77-Zn0.1-Sn1.5-In1.63 samples, which indicate and confirm thermal stability for these free machining alloys. Moreover, the technique of positron annihilation lifetime spectroscopy (PALS) has been used to measure the variation of positron lifetime parameters for the tested samples. PAL measurements showed an increase in the mean lifetime of positron (τm), whereas the Vickers microhardness (Hv) values decreased with increasing Sn-In contents. Furthermore, PALS was also used to investigate the variation in dislocation density in the abovementioned samples. Keywords: Structural analysis, Positron annihilation; free machining alloys; rapid solidification; activation energy; Vickers hardness.

ОСТ РАСТЕНИЙ ОСОТА ОГОРОДНОГО (SONCHUS OLERACEUS L.) И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЕГО НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ В КАЗАХСТАНЕ

Амангельды Нургуль*

АННОТАЦИЯ

Разнообразие климатических зон Казахстана создает благоприятные условия для роста и изучения лекарственных растений, в частности осота огородного (Sonchus oleraceus L.). В данном исследовании основное внимание уделено анализу химического состава надземной части растения, включая количественное и качественное определение аминокислот, жирных кислот и витаминов.

Исследование проводилось с использованием современных физико-химических и хроматографических методов, соответствующих стандартам Государственной Фармакопеи. Полученные результаты расширяют знания о биоактивных компонентах Sonchus oleraceus L. и подчеркивают его фармакологический потенциал для разработки новых лекарственных средств и нутрицевтиков.

Особое значение имеет изучение химического состава растений казахстанской флоры, что способствует развитию натуральной медицины и созданию экологически безопасных препаратов на основе местного растительного сырья.

Ключевые слова: осот огородный (Sonchus oleraceus L.), хроматография, спектрофотометрия, биоактивные соединения, фитохимический анализ.

ANNOTATION

The diverse climatic zones of Kazakhstan create favorable conditions for studying and cultivating medicinal plants, particularly sow thistle (Sonchus oleraceus L.), which contains valuable bioactive compounds. This study focuses on analyzing the chemical composition of the plant's aboveground parts, including the quantitative and qualitative determination of amino acids, fatty acids, and vitamins. Medicinal plants are known for their pronounced therapeutic properties and can serve as a safer alternative to synthetic drugs. The research employed modern physicochemical and chromatographic methods, compliant with the standards of the State Pharmacopoeia, ensuring the reliability of the obtained results. The findings enhance understanding of the pharmacological potential of sow thistle and open prospects for its use in developing new pharmaceuticals, nutraceuticals, and other health products. Studying the biochemical composition of plants in Kazakhstan's flora, such as Sonchus oleraceus L., contributes to the advancement of natural medicine and the creation of environmentally friendly drugs based on local raw materials.

Keywords: sow thistle (Sonchus oleraceus L.), chromatography, spectrophotometry, bioactive compounds, phytochemical analysis.

ВВЕДЕНИЕ

С древних времен лекарственные растения являлись важнейшим источником терапевтических соединений, предоставляя природную альтернативу синтетическим лекарственным средствам и зачастую более устойчивую замену. Благодаря своему химическому составу, который во многом определяет их лечебные свойства, эти

растения представляют ценность для различных отраслей, включая пищевую и фармацевтическую промышленность. 2019 году ученные провели всестороннее исследование зимних сорняков, влияющих на лекарственные растения в Египте, выявив ключевые виды сорных растений и их воздействие на урожайность и качество культур. Исследование подчеркнуло необходимость комплексных стратегий борьбы с сорняками, включающих севооборот, механическую прополку и применение гербицидов, для снижения потерь и обеспечения устойчивого выращивания лекарственных растений в регионе. Результаты продемонстрировали значительное экономическое и экологическое воздействие сорняков на культивирование лекарственных растений, подчеркивая важность политических мер и образовательных программ для фермеров по внедрению интегрированных методов борьбы с сорняками [1].

1983 году ученные изучили снижение урожайности рапса, вызванное осотом полевым (Sonchus arvensis) в Саскачеване и Манитобе. Исследование выявило существенные экономические потери из-за конкуренции с сорняками, подчеркнув важность эффективных мер борьбы, таких как своевременное применение гербицидов и улучшенные агротехнические методы, для повышения продуктивности рапса в Западной Канаде. Авторы призвали к продолжению исследований и консультационных услуг для помощи фермерам в реализации эффективных стратегий управления сорняками [2].

1989 году ученные представили детальный анализ распространения, биологии и методов контроля осота полевого в Мичигане. Исследование подчеркнуло необходимость интегрированных подходов к борьбе с вредителями, сочетающих культурные, биологические и химические методы контроля для эффективного управления этим инвазивным видом в сельскохозяйственных условиях. Также акцентировали важность раннего обнаружения и постоянного мониторинга для предотвращения распространения осота полевого и рекомендовал разработку региональных планов управления, адаптированных к конкретным сельскохозяйственным практикам и условиям окружающей среды [3].

Морозова (2023) документировала присутствие и влияние археофитов во флоре Европейской России, выделяя экологические последствия инвазивных видов растений. Исследование призвало к усилению мониторинга и управленческих мер для смягчения негативного воздействия этих видов на местное биоразнообразие и стабильность экосистем. Работа Морозовой подчеркнула важность понимания экологических взаимодействий между археофитами и аборигенными видами и рекомендовала целевые меры по сохранению и просветительские кампании для защиты местной флоры [4].

2015 году исследовали этноботанические аспекты диких съедобных овощей в Малых Гималаях, уделяя особое внимание их питательной ценности и культурному значению. Работа подчеркнула важность этих овощей как традиционных источников пищи и advocated за их устойчивое использование и сохранение для поддержки местных сообществ и усилий по сохранению биоразнообразия. Авторы рекомендовали интеграцию диких съедобных овощей в местные рационы и сельскохозяйственные системы для повышения продовольственной безопасности и продвижения устойчивых методов землепользования [5].

2021 году оценили фиторемедиационный потенциал Chloris barbata Sw. в придорожных зонах, загрязненных тяжелыми металлами. Их результаты продемонстрировали эффективность Chloris barbata Sw. в снижении environmental pollution и уменьшении рисков, связанных с накоплением тяжелых металлов в пищевой цепи. Исследование

рекомендовало использование Chloris barbata Sw. в программах фиторемедиации и призвало к дальнейшим исследованиям для оптимизации его применения в различных экологических контекстах, способствуя экологической устойчивости и общественному здоровью [6].

2021 году провели обзор лекарственных растений, используемых для лечения гипертонии, подчеркивая их фармакологические свойства и потенциал в качестве альтернативных методов терапии. Исследование выделило значимость лекарственных растений в традиционной медицине и предложило их интеграцию в основную систему здравоохранения для управления гипертонией и другими распространенными заболеваниями. Авторы рекомендовали проведение строгих клинических испытаний и стандартизацию травяных препаратов для обеспечения безопасности и эффективности, а также политику поддержки выращивания и устойчивого использования лекарственных растений [7].

2015 году систематизировали основные интродуцированные экономически важные растения в Китае, предоставив данные об их культивировании, экономической значимости и экологических последствиях. Исследование подчеркнуло роль этих интродуцированных видов в поддержке agricultural productivity и экономического развития, одновременно выделяя необходимость устойчивых методов управления для минимизации потенциальных экологических рисков. Работа предложила внедрение лучших практик для интродукции и управления экономически важными растениями, включая оценку рисков и программы мониторинга для предотвращения вспышек инвазивных видов [8].

2023 году исследовали экологию прорастания и фенологию роста Ipomoea lonchophylla, сосредоточившись на экологических факторах, влияющих на его инвазивный потенциал. Их результаты предоставили ценную информацию для разработки эффективных стратегий управления по контролю распространения Ipomoea lonchophylla и снижению его воздействия на сельскохозяйственные и природные экосистемы. Исследование рекомендовало комплексные подходы к борьбе с сорняками, включая механическое удаление, применение гербицидов и использование покровных культур для подавления роста Ipomoea lonchophylla [9].

2000 году предложили интродукцию Chondrilla root moth (Bradyrrhoa gilveolella) в качестве агента биологического контроля за skeletonweed в Северной Америке. Исследование advocated за устойчивые методы борьбы с сорняками с использованием биологического контроля для снижения зависимости от химических гербицидов и продвижения долгосрочных стратегий контроля сорняков. Авторы рекомендовали проведение тщательных экологических оценок и пилотных программ для оценки эффективности и потенциального воздействия на нецелевые виды агентов биологического контроля перед их широкомасштабным внедрением [10].

2001 году рассмотрели глобальные проблемы, связанные с устойчивостью к гербицидам в системах производства пшеницы, подчеркнув растущую проблему herbicide-resistant сорняков. Их анализ выделил важность интегрированных подходов к борьбе с сорняками, сочетающих агротехнические методы, ротацию гербицидов и альтернативные методы контроля для устойчивого управления популяциями сорняков и сохранения эффективности гербицидов. Исследование призвало к международному сотрудничеству в области исследований и разработки политики для решения проблемы

устойчивости к гербицидам и продвижения устойчивых сельскохозяйственных практик [11].

Казахстан, с его разнообразными природными зонами и богатым биоразнообразием, представляет перспективную территорию для культивирования и изучения лекарственных растений. Исследование фитохимических веществ растений, таких как жирные кислоты, аминокислоты, танины и витамины, дает ценную информацию о биоактивных соединениях, присутствующих в этих растениях. Исследовательские работы, такие как проведенные Мифтаховой и Музычкиной, были сосредоточены на фитохимическом анализе и обнаружении биологической активности растительных веществ, проливая свет на потенциальные терапевтические преимущества этих природных соединений [12].

Методы, такие как хроматография, описанная Болотниковым и Шрейбером, сыграли ключевую роль в идентификации и количественном определении specific compounds в растительных материалах. Государственная Фармакопея СССР и другие справочные материалы предоставили стандартизированные протоколы для анализа растительных компонентов, обеспечивая последовательность и точность результатов исследований [13].

Химический состав лекарственных растений, изученный такими исследователями, как Плешков и Горяева, охватывает широкий спектр биоактивных молекул с разнообразными фармакологическими свойствами. От жирных кислот до витаминов, таких как аскорбиновая кислота, эти соединения вносят вклад в терапевтический потенциал лекарственных растений [14, 15]. Более того, наличие алкалоидов, фенольных соединений и других биоактивных веществ в растениях, изученных такими исследователями, как Раффаус и Хазбиевич, подчеркивает сложность и разнообразие фитохимических профилей. Эти соединения не только обладают medicinal benefits, но и служат ценными ресурсами для открытия и разработки новых лекарственных препаратов [13].

Учитывая это, настоящее исследование направлено на выявление и количественное определение важных химических веществ, таких как аминокислоты, жирные кислоты и витамины, путем изучения химического состава растения Sonchus oleraceus L. в Казахстане. Используя современные физико-химические методы, исследование стремится предоставить ценную информацию о потенциальных терапевтических применениях этого вида растений. В целом, изучение химического состава лекарственных растений Казахстана открывает значительные перспективы для разработки новых лекарственных препаратов, нутрицевтиков и других продуктов, способствующих укреплению здоровья. Благодаря использованию передовых аналитических методов и богатого биоразнообразия региона, ученые могут полностью раскрыть потенциальные преимущества этих природных ресурсов для благополучия и здоровья человека.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для исследования химического состава *Sonchus oleraceus L.* (осота огородного), произрастающего на территории Казахстана, применялись специализированные хроматографические методы. Объектом исследования выступали надземные части растения — стебли, листья и цветки. Количественные определения растительного сырья проводились в соответствии с государственными стандартами.

Для экстракции биологически активных веществ использовались 50%-ные водно-спиртовые растворы. Качественный анализ осуществлялся методами хроматографии, включая бумажную хроматографию, что позволило провести идентификацию аминокислот, алкалоидов, флавоноидов, витаминов и углеводов. Количественное определение указанных соединений проводилось с применением физико-химических методов.

Аминокислоты выделялись с использованием различных экстрагирующих сред (ацетон, этанол, кипячёная и дистиллированная вода), после чего проводился хроматографический анализ полученных экстрактов. Качественная оценка содержания витаминов B_1, B_2, C и других соединений проводилась с использованием специфических реактивов. Для обеспечения безопасности растительного сырья для человека был проведён анализ на содержание тяжёлых металлов. Полученные результаты свидетельствуют о присутствии в растении полезных соединений, таких как аминокислоты, белки, фенольные кислоты, жирные кислоты и витамины. Токсичные концентрации тяжёлых металлов выявлены не были.

Ботаническая характеристика и значение растения

Sonchus oleraceus L. (осот огородный) — однолетнее травянистое растение из семейства сложноцветных (Asteraceae). Оно произрастает исключительно в дикой природе и не обладает статусом сорного растения. В литературе осот рассматривается как представитель чертополоховых, что указывает на его морфофизиологическое сходство с другими видами этой группы.

Сорные растения характеризуются способностью к агрессивному распространению и выживаемости в антропогенно трансформированных экосистемах. Они часто нарушают агротехнические мероприятия и препятствуют нормальному росту культурных растений. Так называемые «истинные сорняки» биологически тесно связаны с возделываемыми человеком культурами, адаптированы к условиям пахотных земель, но, как правило, не способны к существованию в природных фитоценозах без участия человека.

Осот огородный (*Sonchus oleraceus L.*), название которого в переводе с латинского означает «огородный чертополох», издавна используется в пищевых целях. Это однолетнее растение достигает высоты 25–100 см, стебель, как правило, ветвистый. Листья перисто-рассечённые, лировидной формы, колючие, с крупной сердцевидной верхушечной долей, превышающей боковые. Растение содержит млечный сок. Цветки светло-жёлтые, собраны в соцветия типа корзинка. Период цветения продолжается с июня по сентябрь.

Осот широко распространён и внешне напоминает одуванчик. В то же время, в научной литературе часто упоминается растение *Chromolaena odorata* (сиамская трава) — многолетник высотой до 100 см, обладающий лечебными свойствами. Оно размножается как семенами, так и вегетативно, и представляет серьёзную угрозу для сельскохозяйственных культур в качестве агрессивного сорняка.

В род *Sonchus* входят около 70 видов, распространённых в Африке и Евразии. На территории стран СНГ встречаются 6 видов, из которых 5 являются сорными. Наиболее вредоносным считается осот полевой (*Sonchus arvensis*), поражающий посевы зерновых и других культурных растений. Вместе с тем, огородный и разлохмаченный осот могут

использоваться в качестве корма для сельскохозяйственных животных, особенно для свиней.

Осот огородный также известен под другими названиями, такими как бодяк, жёлтый чертополох, молочный султан, молочный чертополох, гладкий осот, однолетний осот, заячья трава и мягкий чертополох. *Sonchus oleraceus* относится к трибе Cichorieae семейства сложноцветных (Asteraceae). Родина этого вида — Западная Азия и Европа. В лесах нашей страны встречаются только четыре вида осота [13, 16]:

- Огородный осот (*Sonchus oleraceus* L.)
- Посевной (полевой) осот (*Sonchus arvensis*)
- Алый бодяк (*Cirsium arvense*)
- Жёсткий осот (вид не уточнён)

Огородный осот (*Sonchus oleraceus* L.) — однолетнее травянистое растение с белым, сочным, голым стеблем. Полый прямостоячий стебель может достигать высоты от 30 до 100 см. Растение неприхотливо к типу почвы и предпочитает открытые солнечные участки. Цветки обоеполые, опыляются в основном мухами и пчёлами [1, 5]. Распространение семян осуществляется с помощью ветра и воды.

Цветки жёлтые, собраны в соцветия на цветоножках. Стебель тонко ветвится, достигая в высоту до 1 метра. Нижние листья крупные, с зубчатыми краями; средние и верхние — сидячие. Жёлтые цветки собраны в 5–15 корзинок. Растение произрастает в садах, огородах, полях, на берегах водоёмов и рек (см. рис. а, б).

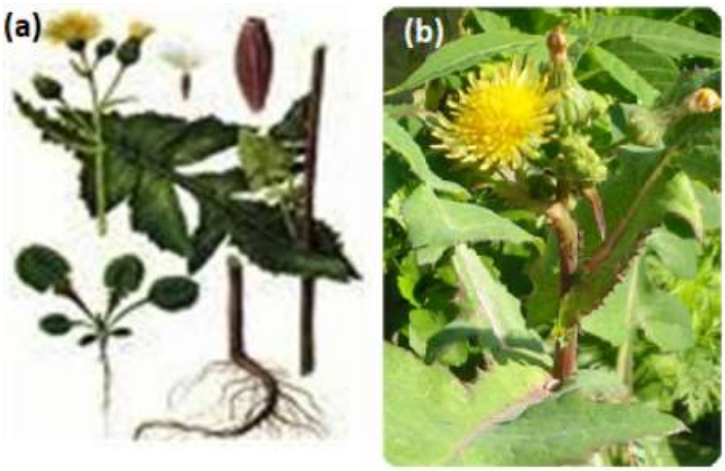


Рисунок 1 – (a) Общий вид растения ***Sonchus oleraceus*** L.; (b) Надземная часть растения ***Sonchus oleraceus*** L.

Зерна растения будут рассыпчатыми. Осот размножается через корневые побеги и стеблевыми побегами при достаточном количестве влаги. Спелые семена поднимаются в воздух и прорастают, проникая в почву. Одно растение может производить до 15 тысяч семян. Осот хорошо растёт на сухих, богатых питательными веществами почвах. Трава собирается в июле–сентябре, а молодые листья — в мае-июне. Это растение хорошо поедают не только люди, но и кролики, гуси и все домашние животные, особенно овцы. Только что появившиеся бутоны и нецветущие побеги легко переносят засушливые

условия. После цветения, преимущественно в июле, растение следует использовать после обработки тёплой водой перед употреблением. Белый молочный сок осота будет кисловатым, подобным соку из ведьминого ореха. Применение этого растения сходно с применением [16, 19].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Растение *Sonchus oleraceus L.* (огородный осот) является настоящей пищей для диабетиков. Его химический состав до конца не изучен, при этом он зависит от места произрастания. Известно, что только в листьях содержится 47 мг витамина С, 0,9% углеводов и 4,6% белка. В сырье также присутствуют каротин (провитамин А) и минеральные вещества. Интересен тот факт, что растение *Sonchus oleraceus L.* не зависит от состава почвы — оно произрастает во всех климатических зонах и даёт высокий урожай. В Индонезии это растение даже выращивается в культурной форме [19].

Белки являются важнейшими веществами, присутствующими во всех живых организмах, и составляют основную часть протоплазмы клетки. Белковые вещества формируются в растениях [4, 8]. Для этого используются азотистые соединения, содержащиеся в почве. Бобовые, например, способны синтезировать белок, используя азот из воздуха. Животные и человек синтезируют белок из аминокислот и других органических соединений, содержащих азот [16, 21]. Эти вещества они получают из растений и животных, употребляя их в пищу.

Простейший белковый состав включает следующие элементы (в расчёте на %): углерод — 50–54; кислород — 21,5–23,5; водород — 6,5–7,3; азот — 15,0–17,6; сера — 0,3–2,5. Некоторые индивидуальные белки также содержат незначительные количества железа, фосфора, цинка, кобальта, марганца, молибдена, йода, меди и других элементов [15, 20].

Содержание азота в белках стабильно и в среднем составляет 16% от общей массы сухого вещества. Поэтому для определения количества белка в биологическом материале определяют содержание азота и умножают на коэффициент 6,25 (100:16 = 6,25) [12, 22].

Микроэлементы, содержащиеся в растении огородного осота, были определены методом эмиссионного спектрального анализа с использованием спектрографа ДФС–13. Огородный осот отличается своим богатым составом, включающим витамины, алкалоиды, белки, аминокислоты, а особенно микроэлементы: железо, калий, кальций, магний, натрий, фосфор, марганец, хлор, цинк. Многие из этих микроэлементов влияют на кровообращение, белковый и солевой обмен, активацию ферментов и общий обмен веществ. Недостаток микроэлементов в организме может привести к развитию различных заболеваний.

Количественное определение микроэлементов, содержащихся в зольном остатке растения, проводилось методом эмиссионного спектрального анализа на спектрографе ДФС-13. Полученные 300 мг золы растения испаряли в искровом разряде (DC Spark I-16. 2100–3600A) и фотографировали в зоне 0. В качестве эталона использовали кремний. Чувствительность анализа составляла 10^{-2}–10^{-5} %. Результаты определения стандартного медного шлама (ШМ-М ТУ 2962–84) и полученные данные по содержанию микроэлементов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Микроэлементный состав растения Sonchus oleraceus L. (огородный осот)

Элемент:	Zn	Mn	Ca	Mg	K	P	CI	Na

мг:	3,4	7,6	210	80	820	70	50	12

Экстрактивные вещества лекарственных растений — это количественно определённый сухой остаток, получаемый путём растворения органических и неорганических веществ из растительного сырья с помощью соответствующих растворителей. Наличие экстрактивных веществ в лекарственном растительном сырье является важным количественным показателем, характеризующим его хорошее качество. В зависимости от химического состава растительного сырья и используемого растворителя, содержащиеся в нём химические вещества разделяются с помощью растворителя. Для определения экстрактивности данного вещества используется соответствующий растворитель, указанный в НТД. Этот растворитель применяется для приготовления экстракта или концентрата данного сырья. Чаще всего используется этиловый спирт (40 или 70%) или вода. Для определения экстрактивности надземной части растения в различных растворах мы использовали растворы в двух разных спиртах, ацетоне, хлороформе, бензоле, этиловом ацетате и воде. Результаты экстрактивности приведены в (Таблице 3) и (Диаграмме 1).

Таблица 3 – Экстрактивность надземной части растения Sonchus oleraceus (огородный осот)

№	Растворы	Масса сырья, г	Объем растворителя, мл	Выделенное вещество, масса, г	Выделенное вещество, %
1	50% спирт	2	25	0,53	26,5
1	2	3	4	5	6
2	Дистиллированная вода	2	25	0,49	24,5
3	Водный ацетон	2	25	0,43	21,5
4	Бензол	2	25	0,4	20
5	Ацетон	2	25	0,36	18
6	90% спирт	2	25	0,20	9,8

7	Хлороформ	2	25	0,15	7,5
8	Этиловый ацетат	2	25	0,08	4,5

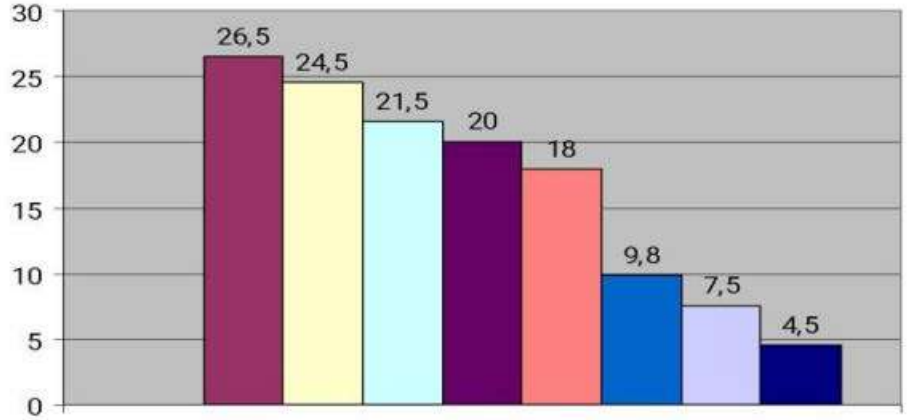


Диаграмма 1 – Экстрактивность растения Sonchus Oleraceus L. в различных растворителях

Тёмно-пурпурный - спирт
Синий - 90% спирт
Жёлтый - горячая дистиллированная вода (DW)
Светло-фиолетовый - хлороформ
Светло-голубой - водный ацетон
Чернильно-синий - этиловый ацетат
Тёмно-фиолетовый - бензол
Оранжевый - ацетон

Как показано в **Таблице 3**, экстрактивности 50% спирта и воды выше, чем у других растворов. То есть, экстрактивности этих растворов используются для дальнейших исследований. В результате хроматографии было установлено, что в дистиллированной воде содержится 2 аминокислотных вещества, одно в водном ацетоне, два в 50% спирте, одно в горячем спирте, два в 90% спирте и два в воде. Согласно вышеупомянутому методу, аминокислоты были разделены с использованием хроматографии, сравнивая их с качественно известными аминокислотами. В результате, как видно из **Таблицы 3**, аминокислоты были разделены в водном ацетоне (валин, треонин, глицин, аргинин); 5 аминокислот (фенилаланин, метионин, треонин, глицин, лизин) в 50% спирте; 4 аминокислоты (валин, триптофан, треонин, глицин) в 90% спирте; 2 аминокислоты (треонин, глицин) в горячем спирте; также было установлено, что горячая вода содержит 3 аминокислоты (фенилаланин, треонин).

Состав жирных кислот (высших карбоновых кислот) надземной части растения Sonchus Oleraceus L. был определён с помощью газовой хроматографии "Carlo-Erba-4200" (США, Италия). Для анализа использовались специальные условия хроматографии, такие как температура инжектора — 188°C, температура детектора — 230°C, температура печи — 188°C, время анализа — один час. Для этого анализа измельчённое сырьё

экстрагировалось смесью хлороформа и метанола (2:1) в течение 5 минут. Экстракт фильтровали через бумажный фильтр и концентрировали. После этого полученный экстракт метилировали 10 мл метанола, 2-3 капли хлороуксусной кислоты и проводили реакцию при 60-70°C в специальной системе в течение 30 минут. Метанол концентрировался с помощью ротационного испарителя, после чего образцы экстрагировались 5 мл гексана и вводились в газовый хроматограф.

Садовый чертополох используется в народной медицине. Для этого собирают надземную часть указанного растения в период цветения и сушат. Растение садового чертополоха обладает диуретическим, лактагогенным, гемостатическим действием (особенно при кровохарканье) и оказывает противовоспалительное действие. Его используют как средство от кишечных червей. Белое молоко растения использовалось в народной медицине при заболеваниях печени, а все органы растения – при подагре и геморрое. Измельчённые молодые листья прикладывают к ране. Молодые листья (предварительно замоченные в воде) являются частью лечебного салата. Садовый чертополох используется как лекарственное растение с желчегонным, диуретическим и противовоспалительным действием. Водный настой садового чертополоха используется как средство для увеличения молока при воспалении кишечников внутренних органов (желудка, лёгких, печени), при желтухе, геморрое, болезнях грудной клетки, а также у кормящих женщин. Свежезаваренная трава используется для пропаривания болезненных участков. В народной медицине чертополох используется при желтухе, геморрое, заболеваниях почек, при кровохарканье, для лечения кишечных червей, откачки желчи и при противовоспалительном лечении. Водный отвар садового чертополоха применяется при воспалении желудка, кишечников, печени, лёгких, при желтухе и геморрое. Свежесобранные и отваренные травы используются для лечения болей в горле, хронического гастроэнтерита. Вегетативная масса садового чертополоха применяется в лечении костно-сосудистого туберкулёза, малярийных заболеваний, асцита, заболеваний эпигастрия и как средство от вшей. В китайской медицине корень используется для остановки кровотечений, а трава – как слабительное, тонизирующее и витаминное средство. Сок из листьев смешивается с яичным желтком и используется при лечении рака молочной железы. С давних времён сельскохозяйственные травы считаются лекарственными растениями. Настойка и отвар регулируют обменные процессы в организме человека, хорошо помогают при головных болях и неврозах. Это растение используется при лечении сосудистых заболеваний, при лечении желтой болезни, как желчегонное средство, трава и корень калины. Молодые листья и ветки чертополоха используются для приготовления салатов, винегретов, супов и щей. Для удаления горечи листья предварительно замачивают в соленой воде в течение 30-40 минут. Однако горечь не исчезает полностью, придавая салату особый кислый вкус. В супах и щах горечь не ощущается. Варёные листья добавляют в супы, пюре, приправы, фруктовые закуски и тесто. Листья, смешанные с рисовой мукой, добавляются в блины. После того как листья садового чертополоха промывают кипятком, из них готовят особое блюдо для увеличения молока у рожениц. Листья готовят на зиму. Для этого их собирают и солят или сушат в первые месяцы лета. Естественно, необходима дальнейшая подробная проработка химического состава воды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Химический анализ растения Sonchus Oleraceus L. в Казахстане показал богатый состав биологически активных соединений, включая аминокислоты, жирные кислоты и витамины, с потенциальными терапевтическими свойствами. Наличие жизненно важных

питательных веществ и фитохимических соединений подчёркивает ценность растения как источника натуральных средств и фармацевтических ингредиентов. Применение стандартизированных методов исследования и отсутствие вредных тяжёлых металлов дополнительно подтверждают пригодность растения для медицинского и промышленного использования. Эти результаты поддерживают дальнейшее изучение и использование разнообразной флоры Казахстана для разработки новых медицинских продуктов и фармацевтических препаратов. Используя биологический потенциал лекарственных растений, исследователи могут внести вклад в развитие натуральной медицины и устойчивых практик здравоохранения. Результаты данного исследования служат основой для будущих научных изысканий, направленных на раскрытие полного терапевтического потенциала лекарственных растений в Казахстане и за рубежом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Hendawy, S. F. Winter weeds and its control in the medicinal plants in Egypt: a survey study. [Text] / S. F. Hendawy [and etc.] // Egyptian Pharmaceutical Journal. – 2019. - № 18 (1). – P. 16-26.https://www.researchgate.net/publication/338660525_Winter_weeds_and_its_control_in_the_medicinal_plants_in_Egypt_a_survey_study

2.Peschken, D. P. Loss in yield of rapeseed (Brassica napus, B. campestris) caused by perennial sowthistle (Sonchus arvensis) in Saskatchewan and Manitoba. [Text] / D.P. Peschken, A.G. Thomas, R.F. Wise // Weed Science. – 2000. - № 31 (5). – P. 740-744. DOI: 10.1017/S0043174500071981

3.Morozova, O. V. Archaeophytes in the flora of European Russia. [Text] / O.V. Morozova // Russian Journal of Biological Invasions. – 2023. - № 14 (2). – P. 160-221. DOI: 10.1134/S2075111723020088

4.Abbasi, A. M. Ethnobotanical aspects of wild edible vegetables. [Text] / A.M. Abbasi, M.H. Shah, M.A. Khan // In Wild Edible Vegetables of Lesser Himalayas: Ethnobotanical and Nutraceutical Aspects. – 2015. – Vol. 1. – P. 67-140. DOI: 10.1007/978-3-319-16351-7_3

5.Madanan, M. T. Heavy metal phytoremediation potential of the roadside forage Chloris barbata Sw. (swollen windmill grass) and the risk assessment of the forage-cattle-human food system. [Text] / M.T. Madanan, G. K. Varghese, I.K. Shah // Environmental Science and Pollution Research. – 2021. – Vol. 28. – P. 45096-45108. DOI: 10.1007/s11356-021-13786-8

6.Malik, K. Medicinal Plants Used for Hypertension. [Text] / K. Malik [and etc.] // In Herbals of Asia: Prevalent Diseases and Their Treatments. – 2021. - P. 37-103. DOI: 10.1007/978-3-030-57877-3_2

7.YI, T. S. Major introduced economic plants. [Text] / T.S. YI [and etc.] // In Plants of China: A Companion to the Flora of China. Cambridge University Press. – 2015. - P. 357. DOI: 10.1017/9781139170905.007

8.Asaduzzaman, M. Germination ecology and growth phenology of cowvine (Ipomoea lonchophylla) as influenced by environmental parameters. [Text] / M. Asaduzzaman [and etc.] // Weed Science. – 2023. - № 71 (4). - P. 378-386. DOI: 10.1017/wsc.2022.8

9.Littlefield, J. L. (2000). Biological Control of Rush Skeletonweed (Chondrilla juncea) in North America: An Update on the Implementation of a Classical Biological Control Program. [Text] / J.L. Littlefield, P.C. Quimby, R. Sobhian // Weed Technology. – 2000. - № 14 (4). - P. 709-720. DOI:10.1614/0890-037X(2000)014[0709:BCORSI]2.0.CO;
10. Thill, D. C. Global developments in the management of herbicide-resistant weeds. [Text] / D. C. Thill, D. Lemerle // In Wheat Science - Today and Tomorrow. – 2001. - P. 162-195. DOI:16C9F3451469ED7C7B63CF30596081A0
11. Кудайберген, А. А. Исследование химических компонентов лекарственного растения Spiraea Hypericifolia L. [Текст] / А.А. Кудайберген [и др.] // Международный биологический и химический журнал. – 2019. - № 12 (1). – P. 128-134. DOI:10.26577/ijbch-2019-v12i1-16
12. Ахтаева, М. Б. Исследование аминокислотного состава Cichorium intybus L. и Urtica dioica L. методом газожидкостной хроматографии /М.Б. Ахтаева. [Текст] / М.Б. Ахтаева, Г. Ю. Азимбаева // Вестник Карагандинского университета. Серия: Химия. – 2019. - № 3. – С. 8-13. https://vestnik.ksu.kz
13. Майсаров, Д. А. Лекарственные растения Южного Казахстана в народной медицине. [Текст] / Д. А. Майсаров, Г.Н. Нехаенко // Алматы: Гасир. Доступно в крупнейших библиотеках и архивах. - 2024. www.worldcat.org
14. Нусипали, С. К., и Бажыкова, К. Б. (2019). Определение базальной надземной части растений Cirsium arvense L. [Текст] / С. К. Нусипали, К. Б. Бажыкова // Известия НАН РК. Серия химических технологий. – 2019. - № 5. – P. 129-135. DOI: 10.124
11. Vilela, F. C. Antidepressant-like activity of Sonchus oleraceus in mouse models of immobility tests. [Text] / F. C. Vilela // Journal of Medicinal Food. - 2010. - № 13 (1). – P. 219-222. DOI: 10.1089/jmf.2008.0302
12. Kalle, R. Gaining momentum: Popularization of Epilobium angustifolium as food and recreational tea on the Eastern edge of Europe. [Text] / R. Kalle // Available at ScienceDirect, Appetite, - 2020. -P. 150. DOI: 10.1016/j.appet.2020.104638
13. El Gendy, A. E. Chemical composition, antioxidant, and cytotoxic activity of essential oils in the above-ground parts of Sonchus oleraceus L. [Text] / A. E. El Gendy [and etc.] // Plants. – 2024. - № 13 (3). – P. 1712. https://doi.org/10.3390/plants13121712
14. Filho, P. Chemical composition and nutritional value of three Sonchus species. [Text] / P. Filho, T.F. Barreira // International Journal of Food Science. - 2022. Article 4181656. - P. 2-9. https://doi.org/10.1155/2022/4181656
15. Werth, J. Biology, impact, and management of common sowthistle (Sonchus oleraceus L.). [Text] / J.P. Werth, [and etc.] // Acta Physiologiae Plantarum. – 2019. - № 41 (8). – P. 207- 219. https://doi.org/10.1007/s11738-019-2920-z
16. Botella, M. Á. Chemical composition of wild collected and cultivated edible plants (Sonchus oleraceus L. and Sonchus tenerrimus L.). [Text] / M. Á. Botella [and etc.] // Plants. – 2023. - № 13 (2). – P. https://doi.org/10.3390/plants13020269
17. Guerra, J. G. How weed management influences plant community composition, taxonomic diversity, and crop yield. [Text] / J.G. Guerra [and etc.] // A long-term study in a Mediterranean vineyard. Agriculture, Ecosystems & Environment. – 2022. – P. 326, 107816. https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107816
18. Zaurov, D. E. The medicinal plants of Uzbekistan and Kyrgyzstan. In S. W. Eisenman, D. E. Zaurov, & L. Struwe (Eds.) [Text] / D.E. Zaurov [and etc.] // Medicinal Plants of

Central Asia: Uzbekistan and Kyrgyzstan. – 2013. – P. 15-273. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3912-7_2

19. Smagulov, N. The role of climatic, environmental and socioeconomic factors in the natural movement of urban populations in Kazakhstan, 2012-2020: An analysis from a middle-income country in Central Asia. *International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2024. –№21 (4). – P. 416. https://doi.org/10.3390/ijerph21040416

WATERCOLOR FROM HOUSEHOLD WASTE
EVSEL ATIKLARDAN SULU BOYA

Sude BOLAT[1], Ela Ayşe KÖKSAL[2]

[1]Lisans Öğrencisi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği, https://orcid.org/0009-0001-4169-637X

[2]Doç. Dr. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği, https://orcid.org/0000-0001-7309-1458

Özet

Birleşmiş Milletler 'in 25 Eylül 2015'te New York'ta yapılan toplantısında kabul edilen Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları sayesinde dünya liderleri 2030 yılına kadar yoksulluğa; eşitsizlik ve adaletsizliğe ve iklim değişikliğine karşı 17 amaç üzerinde uzlaşmıştır. Bu çalışma evsel atıkların değerlendirilmesi amacıyla geliştirilen bir sulu boya yapımı uygulamasını tanıtmayı amaçlamaktadır. Orta Anadolu bölgesinde bulunan bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesinin fen bilgisi öğretmenliği lisans programında 2024-25 akademik yılı bahar döneminde verilen alan seçmeli bir ders olan Kimyasal Atıklar ve Çevre Kirliliği dersini alan 3 ve 4. sınıf öğretmen adayları dersin öğretim elemanı danışmanlığında bireysel ve grup çalışması halinde etkinlik geliştirmişlerdir. Bu etkinliklerden biri de evsel atıklardan resimde kullanılan sulu boya eldesidir. Etkinlikle Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine ulaşmak hedeflenmiştir. Çalışma nitel araştırma yönteminin durum çalışması deseni kullanılarak hazırlanmıştır. Etkinliğin BM sürdürülebilir kalkınma amaçlarıyla ve fen bilimleri dersi öğretim programıyla ilişkisi belirlenmiştir. Etkinlik öncesi ve sonrası katılımcı öğretmen adaylarına renk verici olarak kullanılabilecek doğal maddeler ve oluşturacakları renkler (1. soru) ile bu üretimin sürdürülebilirliğe katkısı (2. soru) sorulmuştur. Etkinlik sonrasında öğretmen adayları renkli boya eldesinde kullanılan evsel atıklar ve oluşturdukları renkleri öğrenmiş; sürdürülebilirliğe katkısını takdir etmişlerdir. Etkinliğin BM Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinden Sağlık ve Refah (Amaç 3); Hayat Boyu Eğitim (Amaç 4); Eşitsizliklerin Azaltılması (Amaç 10); Sorumlu Tüketim ve Üretim (Amaç 12); Su Altı ve Su Üstü Yaşamı (Amaç 14 ve 15) amaçlarıyla ilişkili olduğu belirlenmiştir. Öğretim programında ise 5. sınıf evsel atıklar ve geri dönüşüm kazanımlarıyla ilişkilidir. Çalışmanın Sürdürülebilir Kalkınma amaçlarına yönelik uygulamalı çalışma yapmak isteyen öğretmen adaylarına ve öğretmenlere örnek olması beklenmektedir.

Anahtar kelimeler: Sürdürülebilir Kalkınma, fen bilgisi öğretmen adayı, evsel atık, sulu boya

Abstract

Thanks to the Sustainable Development Goals adopted at the United Nations meeting held in New York on September 25, 2015, world leaders have agreed on 17 goals to combat poverty, inequality and injustice and climate change by 2030. This study aims to introduce a watercolour making application developed for the purpose of evaluating household waste. 3 and 4 who took the Chemical Waste and Environmental Pollution course, which is an area elective course given in the spring semester of the 2024-25 academic year in the science teaching undergraduate program of the faculty of education of a state university located in the central Anatolian region.

prospective classroom teachers have developed activities in the form of individual and group work under the supervision of the teaching staff of the course. One of these activities is the production of watercolours used in painting from household waste. The aim of the event is to achieve the United Nations Sustainable Development Goals. The study was prepared using the case study design of the qualitative research method. The relationship of the event with the UN sustainable development goals and the science course curriculum has been determined. Natural substances that can be used as colorants for participating teacher candidates before and after the event and the colours they will create (1. question) and the contribution of this production to sustainability (2. the question has been asked. After the event, the teacher candidates learned about the household wastes used in the production of coloured paints and the colours they created; they appreciated their contribution to sustainability. It has been determined that the activity is related to the goals of Health and Welfare (Goal 3); Lifelong Education (Goal 4); Reducing Inequalities (Goal 10); Responsible Consumption and Production (Goal 12); Underwater and Above-Water Life (Goal 14 and 15) from the UN Sustainable Development Goals. In the curriculum, it is 5. the class is associated with household waste and recycling gains. It is expected that the study will be an example for teacher candidates and teachers who want to do practical work towards Sustainable Development goals.

Keywords: Sustainable Development, science teacher candidate, household waste, watercolour

1. GİRİŞ

25 Eylül 2015'te New York'ta yapılan BM toplantısında 17 Sürdürülebilir Kalkınma Amacı kabul edilerek 2030 yılına kadar yoksulluk, eşitsizlik ve adaletsizlik ile iklim değişikliğine karşı uzlaşma sağlanmıştır. SK'nin hedefi, insanlık için daha güzel ve yaşanabilir bir gezegendir (DAPSİS). Kalkınma ve refahın sağlanmasında önemli rolü olan yükseköğretim kurumları, SK hedeflerine ulaşmada ayrıca önemli bir paydaştır (DAPSİS). Eğitim kalkınmada önemli bir konudur (Kılınç, B., Demir Atalay, Kara, İlkyaz, Bayhan ve Hekimoğlu, 2016). Bu nedenle SK amaçları arasında Nitelikli Eğitim diğer tüm amaçlarla ilişkili olan tek amaçtır. Sürdürebilir kalkınma eğitimi ile bireylerde bilişsel, duyuşsal ve psikomotor davranış değişikliği oluşabilir (Duran, 2022). Doğanın sürdürülebilir kullanımı her bilinçli bireyin görevi olduğundan hayat boyu doğa eğitimi önemsenmelidir (Çelikçi ve Sarı, 2024).

Doğa, insanların renk, desen ve süs amaçlı kullandığı bir kaynak iken artan popülasyonun talebine cevap verebilmek için fosil bazlı sentetik boya maddeleri de kullanılmaya başlanmıştır (Özen ve Erdem İşmal, 2023). Ancak bu maddelerin çevresel etkileri söz konusudur. Boyamada kullanılması nedeniyle su israfından bahsedildiği gibi boya kimyasal yapısı nedeniyle uçucu madde salınımına ve çevre kirliliğine de neden olmaktadır (Özen ve Erdem İşmal, 2023). Enerji israfı, iklim krizi, çevre sorunları, ürünün yaşam döngüsü ve tüketici beklentisi tasarımcıların doğal olana yönelimini artırdığından mevcut kaynakları koruma ve değerlendirme ile yenilerini bulma önemli hale gelmiştir (Özen ve Erdem İşmal, 2023).

Sentetik boyaların çevresel etkileri nedeniyle doğal pigment ve boya araştırmaları artmış, kullanım şekilleri gündeme gelmiştir (Caferoğlu, 2021). Geri kazanımın önemli olduğu günümüzde gıda endüstrisinden çıkan atığın doğal boya kaynağı olarak değerlendirilmesi dikkat çekicidir (Erdem İşmal, 2019). Doğal boyaların elde edildiği bitkiler şunlardır (Erdem İşmal, 2019): tarımı yapılanlar (kök boya, indigo, muhabbet çiçeği), tarım ve orman ürünleri (kereste, ağaç kabuğu, hasattan artakalan kısım), gıda ve içecek endüstrisi atık ve yan ürünleri (konserve, meyve suyu ve zeytinyağı üretiminden gelen posa, çekirdek, atık su).

Tekstil endüstrisinde bitkisel atıklardan elde edilen düşük maliyetli doğal boya kullanımı sürdürülebilir ve yavaş modayı sağlar (Özen ve Erdem İşmal, 2023). Tekstil üretici ve tasarımcılarının sorumlu üretim yapması ve farkındalığının artması gerekmektedir (Özen ve Erdem İşmal, 2023).

Bu çalışma evsel atıklardan doğal ve çevre dostu sulu boya üreterek evsel atıkların bazılarının geri dönüştürülebileceğinin farkına varan, evsel atıkları geri dönüştürülebilen ve dönüştürülemeyen olarak sınıflandırabilen, yaratıcı düşünen ve el becerisini geliştiren çevre dostu bireylerin sayısını artırmayı amaçlamaktadır.

Bu çalışmada aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır;

1. Evsel atıkların azaltılması ve yeniden kazanımı için ne yapılabilir? Evsel atıklardan sulu boya nasıl elde edilir?

2. Evsel atıklardan sulu boya eldesi SK amaçlarından hangisi ile ilişkilidir?

2. Evsel atıklarla ilgili fen bilgisi öğretim programında hangi konu ve kazanımlar yer almaktadır.

1.1. Kuramsal Çerçeve

Bir şeyin kalıcı olarak renklendirilmesine boyama, renk veren maddeye boyar madde; bitkinin boyar kısmıyla boyanacak maddenin doğrudan veya başka maddeyle boyanmasına mordanlama denir (Güngörmez, 2015).

Kot kumaş yapmak için birçok kaynak tüketilmektedir, örneğin bir kot pantolon yapmak için 1500 galon (5678 lt) suya ihtiyaç vardır (Envirotech, t.y.). Kot endüstrisi yılda yaklaşık 50 ton sentetik indigo kullanarak (Haber dk, 2019) kumaşa mavi rengi sağlar (Envirotech, t.y.). Tekstil işçileri zehirli ve kanserojen olabilen bu kimyasallara maruz kalıyor (Haber dk, 2019).

Kot pantolonu boyamada kullanılan suda alkali ve aşındırıcı bulunmaktadır, atık su çevredeki suları, ekosistemleri kirletmektedir. Kotun geri dönüşümü yeniden amaçlandırma, bağış ve kompostlama şeklinde yapılmaktadır. Yeniden kullanımla eski kıyafetler kullanışlı eşyalara çevrilir. Hayır kurumu ve kâr amacı gütmeyen kuruluşlar ikinci el dükkanlarda eski kıyafetleri satmaktadır. Kot pamuklu olduğundan ince şeritler haline getirilerek kompostlanır.

Günlük yaşamda kullandığımız bir diğer boya mürekkeptir. Demir, sülfat ve asit karışımı olan mavi veya siyah bir çözelti olan mürekkebe toz haldeki anilin esaslı boya eklenir (Hayta ve Oktav, 2020). Mürekkebin petrokimyasal maddeleri sağlık ve çevre için tehlike arz edebilir (Hayta ve Oktav, 2020). Basım makinesinde kullanılan mürekkep, kâğıda geçtikten sonra havadaki oksijen gazını soğurarak kuruması nedeniyle içeriğe katılan kobalt, kurşun ve manganez ise ağır metaldir (Hayta ve Oktav, 2020). Nebati yağ, doğal reçine ve atık maddelerin mürekkep bileşeninde yer alması ve basılabilirlik açısından yeni verilerin elde edilebilmesi çevreci mürekkep üretiminde önemlidir (Hayta ve Oktav, 2020). Mürekkebin bu bileşenlerden oluşması çevre ve sağlık için gereklidir (Hayta ve Oktav, 2020).

1.1.1. Evsel Atıkların Geri Dönüşümdeki Yeri ve Önemi

Günümüz dünyasında çevresel sorunlarının başında gelen atık yönetimi, özellikle evsel atıkların doğru bir şekilde sınıflandırılması ve değerlendirilmesiyle doğrudan ilişkilidir. Evsel atıklar, bireylerin günlük yaşamlarındaki tüketim ve faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan; organik atık, plastik, cam, metal ve kâğıt gibi çeşitli maddeleri içerir. Bu atıkların büyük bir kısmı geri dönüştürülebilir nitelikte olup, doğru yöntemlerle değerlendirildiklerinde hem

çevreye verilen zararı azaltmakta hem de doğal kaynakların korunmasına katkı sağlamaktadır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2021).

Geri dönüşüm, ömrü bitmiş çöp olarak nitelendirilen ürünlerin yeniden değerlendirilmesinde, atıkların bir takım yöntem ve işlemlerden geçerek tekrar hammaddeye dönüştürülüp üretim aşamasına dahil edilerek kullanılabilecek hale getirilmesi şeklinde tanımlanabilmektedir. Geri dönüşümün faydaları ise aşağıda yer almaktadır:

· Çevrenin zarar görmesinin önüne geçilerek, kirliliğin azaltılması,

· Doğal kaynakların kontrollü bir şekilde kullanılması sağlanarak korunması,

· Enerji tasarrufunun sağlanması,

· Atıkların dönüştürülmesiyle, depolama alanlarının daha tasarruf edilecek şekilde kullanılması şeklinde sıralanmaktadır (Aydın, 2007).

1.1.2. Evsel Atıklardan Sanat Eserleri ve Boya Yapımı

Evsel atıklardan sanat yapma ve boya üretme fikri, geri dönüşümün sanatsal ve yaratıcı bir yönüdür. Atıklar, yalnızca çevre dostu projelerde kullanılmakla kalmaz, aynı zamanda bireylerin sanat yoluyla yaratıcılıklarını ifade etme fırsatı sunar.

Atık malzemelerle boya yapmak, organik maddelerin renklerinin çıkarılmasıyla mümkündür. Örneğin, portakal ve elma kabuğu gibi meyve kabukları doğal pigment içerir ve bu pigmentler sulu boyaların yapımında kullanılabilir. Kahve telvesi, doğal bir kahverengi tonuna sahipken, çilek kabukları kırmızı tonlar verebilir. Bu şekilde elde edilen boyalar, çevreye duyarlı bir sanat biçimi sağlar ve doğaya zarar vermeden yaratıcı projeler oluşturulmasına imkân tanır.

Boyan yapımında üç yöntem kullanılmaktadır:

1. Doğal pigmentlerin çıkartılması: Bitki materyali su ile kaynatılarak renkli özüt elde edilir. Bu yöntem, sıcaklık, malzeme-sıvı oranı ve çözünürlük gibi faktörlere bağlı olarak optimize edilebilir. Örneğin, sodyum bikarbonat çözeltisi kullanılarak verim artırılabilir

2. Boyanın kıvamlandırılması: Nişasta, sulu boyanın daha kıvamlı olmasını sağlayarak boyayı daha kolay kullanılabilir hale getirir.

3. Boyanın saklanması: Plastik kavanozlarda saklanabilir. Sirke kullanarak ömrünü uzatabiliriz.

1.1.3. Evsel Atıkların Geri Dönüşümü ve Eğitimdeki Rolü

Evsel atıklarla ilgili yapılan geri dönüşüm projeleri, öğrencilerin çevre bilincini artırmak ve sürdürülebilir bir yaşam tarzını teşvik etmek için önemlidir. Öğrenciler, evsel atıkları geri dönüştürme konusunda bilinçlendirildikçe, geri dönüşümün önemini ve doğal kaynakların korunmasını daha iyi anlayabilirler. Bu tür etkinlikler, özellikle yaratıcı sanat projeleri ile birleştiğinde, geri dönüşümün hem eğitici hem de eğlenceli bir şekilde anlatılmasını sağlar.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması kullanılmıştır. Durum Çalışması, ilgili durumun nedenlerinin tümel bir yaklaşımla incelendiği (Şimşek ve Yıldırım, 2013) ve neden ve sonuç arasındaki karşılıklı etkileşimin araştırıldığı bir yoldur. Çalışmada kimyasal atıkları azaltmaya ve çevre kirliliğini en aza indirmeye yönelik olarak öğretmen adaylarından bir etkinlik geliştirmeleri istenmiştir. Evsel atıklardan kuru boya tasarımı yapılmış ve öğretmen adayı grubunda bu tasarım hakkında bilgi verilerek uygulanmıştır. Öğretmen adaylarının ürünle

ilgili değerlendirmede bulunmaları istenmiştir. Ayrıca ürünle ilgili SK amaçları ve fen bilimleri dersi öğretim programı incelenmiştir.

Araştırmada SK amaçları, öğretim programı ve etkinliğin uygulandığı öğretmen adayları çalışma grubu olarak belirlenmiştir. SK amaçları; turkiye.un.org/tr/sdgs ve kureselamaclar.org sitelerinden, öğretim programına ise Millî Eğitim Bakanlığı resmi İnternet sitesinden (https://tymm.meb.gov.tr/upload/program/2024programfen345678Onayli.pdf) ulaşılmıştır. Katılımcılar ise 2024-25 akademik yılı güz döneminde Kimyasal Atıklar ve Çevre Kirliliği dersini alan öğretmen adaylarıdır. Örneklemenin seçilmesinde bir amaçlı örnekleme yöntemi olan ölçüt örneklemeden faydalanılmıştır. Evsel atıklardan sulu boya eldesiyle ilgili SK amaçları, öğretim programı kazanımları ve tasarımın tanıtıldığı öğretmen adayları ölçüt olarak belirlenmiştir.

Kimyasal Atıklar ve Çevre Kirliliği dersinde öğretmen adayları kullandıkları ürünlerin kimyasal içerikleri, çevreye etkileri ve geri dönüşüm özelliklerini araştırarak bir sunum hazırlamıştır. Bu sunu dersin ara sınav ödevi olarak değerlendirilmiştir. Öğretmen adayları bunun için kıyafet, besin maddesi vs örnek olarak verip kimyasal atık özelliğini açıklamışlardır. Öğretmen adayları daha sonra geliştirilen evsel atıktan sulu boya eldesi etkinliğini değerlendirmişlerdir. Öğretmen adaylarının bu değerlendirmeleri daha sonra betimsel olarak incelenmiştir.

Evsel atıklarla ilgili veri toplamak için ise doküman analizi kullanılarak fen bilimleri öğretim programı ve SK amaçları betimsel analizle incelenmiştir. Verilerin ön temalara uygun olarak özetlenip yorumlandığı analiz Betimsel Analiz olarak bilinmektedir (Şimşek ve Yıldırım, 2013).

3. BULGULAR

3.1. Evsel atıktan sulu boya eldesiyle ilgili fen bilimleri dersi öğretim programı kazanım(lar)ı

Konu, 7. sınıfta 7. ünite olan “Sürdürülebilir Yaşam ve Geri Dönüşüm” başlığı altında verilmektedir (MEB, 2024). Bu üniteyle öğrencilerin geri dönüştürülebilen ve dönüştürülemeyen evsel atıkları ayırt etmesi, kaynak kullanımı ile geri dönüşümün önemi hakkında çıkarımda bulunması ve atık yönetimine özen göstermesi amaçlanmıştır (MEB, 2024). Program arası bileşenlerde sürdürülebilirlik okuryazarlığı (OB8) hedeflenmiştir (MEB, 2024). Konuyla ilgili olarak programdaki kazanım aşağıdaki şekildedir:

FB.5.7.1.1. Evsel atıklarda geri dönüştürülebilen ve dönüştürülemeyen maddeleri sınıflandırabilme

a) Evsel atıkların niteliklerini tanımlar.

b) Evsel atıkları geri dönüştürülebilen ve dönüştürülemeyen olarak ayrıştırır.

c) Evsel atıkları geri dönüştürülebilen ve dönüştürülemeyen olarak gruplandırır.

ç) Evsel atıkları geri dönüştürülebilen ve dönüştürülemeyen olarak etiketler.

3.2. Evsel atıktan sulu boya eldesiyle ilgili SK amaç(lar)ı

BM Sürdürülebilir Kalkınma amaçlarından altısı evsel atıktan sulu boya eldesiyle alakalıdır. Bunlar sağlık ve refah, hayat boyu eğitim, eşitsizliklerin azaltılması, sorumlu tüketim ve üretim, su altı ve üstü yaşam.

Sağlık ve Refah (Amaç 3): Atık malzemelerle yapılan yaratıcı etkinlikler, bireylerin zihinsel sağlığını iyileştirebilir. Sanat terapisi, insanların stresle başa çıkmalarına yardımcı olabilir ve aynı zamanda çevre bilincini artırır. Ayrıca, evsel atıkların geri dönüştürülmesi, toksik maddelerin doğaya karışmasını engelleyerek halk sağlığını korur.

Hayat Boyu Eğitim (Amaç 4): Evsel atıklardan sulu boya yapmak, bireylerin geri dönüşüm, atık yönetimi ve sürdürülebilirlik konusunda eğitilmesine olanak tanır. Bu, toplumu çevre bilincine sahip bir şekilde yetiştirmeyi destekler.

Eşitsizliklerin Azaltılması (Amaç 10): Atıkların geri dönüştürülmesi ve sanat yoluyla kullanılması, düşük maliyetli malzemelerle yaratıcı projeler geliştirilmesine olanak tanır. Bu da daha geniş topluluklara sanata erişim sağlama ve düşük gelirli bireylerin sosyal katılımını artırma fırsatları sunar. Sanat projeleriyle toplumsal eşitsizlikler ve ayrımcılıkla mücadele edilebilir.

Sorumlu Tüketim ve Üretim (Amaç 12): Evsel atıkları geri dönüştürmek ve yeniden kullanmak, daha az atık üretmek ve doğal kaynakları daha verimli kullanmak için önemli bir adımdır. Atıkların yaratıcı bir şekilde değerlendirilmesi, geri dönüşümün teşvik edilmesine yardımcı olur ve sürdürülebilir üretim yöntemlerine katkı sağlar.

Su Altı ve Su Üstü Yaşamı (Amaç 14 ve 15): Evsel atıkların doğaya zarar vermemesi için geri dönüştürülmesi, deniz ve kara ekosistemlerini korur. Geri dönüştürülmüş malzemelerle yapılan sanat eserleri, plastik atıkların doğaya karışmasının önlenmesine yardımcı olabilir.

3.3. Evde Doğal Boya Yapımı

Meyve ve sebze ayarlanır (bozulmak üzere olanlar kullanılabilir). Meyve ve sebzeler küçük küçük doğranır ve bir tencereye konur. Meyve-sebzenin iki katı kadar su eklenir. Orta ateşte bir saat boyunca kaynatılır. Ocak kapatılır, suyun oda sıcaklığına gelmesi beklenir. Süzgeçle süzülen su cam kaba konur.

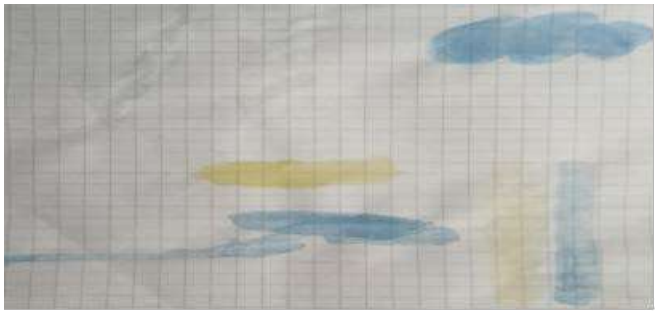
Kahverengi ve krem tonları için kahve telvesi, hindistancevizi kabuğu, avokado çekirdeği ve tarçın; sarı ve turuncu tonları için soğan kabuğu, havuç kabuğu, zerdeçal, limon kabuğu ve mandalina kabuğu; yeşil tonları için ıspanak veya yeşil yapraklı sebzeler, karpuz kabuğu ve çay yaprağı (yeşil veya siyah çay); kırmızı ve mor tonları için mor lahana, çilek, böğürtlen ve karadut ile pancar; mavi ve mor tonları için kırmızı lahana ve yaban mersini kullanılır (Meraklışı için, t.y.).

Gereken malzemeler (Homify, 2021): 150'şer gr karbonat ve mısır unu / mısır nişastası, 100 ml beyaz sirke, kürdan, karıştırma kabı, farklı renklerde boya, kaşık / spatül (karıştırmak için) ve buz kalıbı.

Yapılışı (Homify, 2021): Malzemeler bir araya getirilir, karbonat ve sirke eklenerek iyice karıştırılır. Mısır unu eklenir. Karışım buz kalıplarına dökülür (kalıpta biraz boşluk bırakılır) Renk maddeleri eklenir. Kullanmaya başlamadan önce kuruması beklenir. Şekil 1, kurutma işlemi yapılan sulu boyaları göstermektedir. Kuruyan boya daha sonra kâğıt üzerinde resim çizmek için kullanılır. Şekil 2, kâğıda uygulanan boyaları göstermektedir.



Şekil 1. Çeşitli kaplarda kurutulmuş boyalar.



Şekil 2. Kâğıda tatbik edilmiş sulu boyalar.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Geçmişte kullanılan sanat materyal ve tekniklerini tanımak ve üretmek ve kadim kaynaklarla iletişimimizi sağlayarak sürdürülebilir tasarım uygulamamızı geliştirmeyi ve farkındalık oluşturmamızı sağlayacaktır (Caferoğlu, 2021).

Bu çalışmada evsel atıklardan (meyve kabuğu, sebze artığı, kahve telvesi gibi) doğal sulu boya pigmentleri elde edilmesi hedeflenmiştir. Gerçekleştirilen işlemler sonucunda, farklı atık türlerinden elde edilen boyaların çeşitli renk tonlarında ve özelliklerde olduğu gözlemlenmiştir. Limon kabuğu ve zerdeçalın karışımı ile sarı renk; mor lahana suyu ve bazik bir maddenin karışımı ile mavi renk ve ıspanak ile de yeşil renk elde edilmiştir.

Elde edilen boyaların ortak özellikleri şunlardır:

- Doğal pigment kaynaklı boya, ticari olanlara kıyasla daha soluk ve mat tonlarda sonuç vermiştir.
- Mısır nişastası kıvam almasını sağlamıştır.
- Sirke ve karbonat kullanarak boyanın ömrü uzatılmıştır.

Elde edilen boyalar zamanla renk kaybı yaşamış, özellikle güneş ışığına maruz kaldığında solma gözlenmiştir. Bu durum, evsel atıklardan üretilen doğal boyaların ışığın az olduğu ortamda saklanması ve sıcağa uzun süre maruz kalmaması gerektiğini göstermiştir. Elde ettiğimiz sulu boyalar ticari boyalara göre ömrü daha kısadır.

İleri çalışmalar için öneriler şunlardır:

- Doğal pigmentlerin daha dayanıklı hale getirilmesi için doğal sabitleyici maddelerin (örneğin şap, mordan maddeleri) kullanılabilir.
- Eğitim ve toplum projeleriyle doğal boya yapımı süreci yaygınlaştırılarak çevre bilinci artırılabilir.
- Mısır nişastası yerine arap zamkı (akasya sakızı) bağlayıcı olarak kullanılabilir.
- Evde şekerlenmiş üzere olan bal hem bağlayıcı olarak kullanılabilir hem de renge parlaklık katılabilir.

5. KAYNAKLAR

Aydın, N. (2007). Katı atık yönetiminde optimal planlama için bulanık doğrusal programlama yaklaşımı. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Birleşmiş Milletler. (t.y.). Sürdürülebilir kalkınma amaçları (SDG'ler). Birleşmiş Milletler Türkiye. Erişim adresi: https://turkiye.un.org/tr/sdgs

Caferoğlu, M. (2021). İllüstrasyonda sürdürülebilir malzeme önerisi: Yeryüzü pigmentleriyle el yapımı sulu boya üretimi. *Euroasia Journal of Social Sciences & Humanities, 8*(6), 52-69. http://dx.doi.org/10.38064/eurssh.280

Çelikçi, B. ve Sarı, A. (2024). Trabzon, Sera Gölü Tabiat Parkı kuş türleri. *Ormancılık Araştırma Dergisi, 11*(2), 141-159. https://doi.org/10.17568/ogmoad.1492772

Duran, M. (2022). Okul öncesi öğretmen adaylarının sürdürülebilir gelişme uygulamalarına ilişkin görüşleri ve uygulama örneği. Cumhuriyet International Journal of Education, 11(2):402-419. https://dx.doi.org/10.30703/cije.1027686

Envirotech Online (t.y.). Water/wastewater: How do denim jeans cause pollution? Erişim adresi: https://www.envirotech-online.com/news/water-wastewater/9/breaking-news/how-do-denim-jeans-cause-pollution/53145

Erdem İşmal, Ö. (2019). Doğal boya uygulamalarının değişen yüzü ve yenilikçi yaklaşımlar, *Yedi: Sanat, Tasarım ve Bilim Dergisi*, (22), 41- 58. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/758079

Güngörmez, H. (2015). Doğal boyalar ve tuz. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5*(1), 57-63.

Hayta, P. ve Oktav, M. (2020). Yenilenebilir kaynakların mürekkep üretiminde kullanılabilirliğinin incelenmesi. *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 8*(2), 805-810. https://doi.org/10.18586/msufbd.804253 (Erişim Tarihi: 10.11.2024)

Homify. (15 Eylül 2021). 12 adımda el yapımı sulu boya nasıl yapılır? Erişim adresi: https://www.homify.com.tr/diy/17281/12-adimda-el-yapimi-suluboya-nasil-yapilir

Kılınç, B., Demir Atalay, S., Kara, A., İlkyaz, A., Bayhan, B. ve Hekimoğlu M. A. (2016). Okul öncesi çocuklara verilen su ürünleri eğitiminin farkındalık oluşumuna etkisinin belirlenmesi. *Su Ürünleri Dergisi*, *33*(2): 129-138. doi: 10.12714/egejfas.2016.33.2.06

Küresel Amaçlar (2025). Sürdürülebilir Kalkınma için Küresel Amaçlar. Erişim adresi: https://www.kureselamaclar.org

Lost in Colours. (2025). *How to Make Watercolor Binder*. Erişim adresi: https://www.lostincolours.com/how-to-make-watercolor-binder/

MEB (2024). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli. Erişim adresi: https://tymm.meb.gov.tr/upload/program/2024programfen345678Onayli.pdf

Meraklısı İçin. (t.y.). Mutfakta organik boya üretimi. Erişim adresi: https://www.meraklisiicin.com/blog/mutfakta-organik-boya-uretimi/

NewsBytes. (2025). Make your own watercolor paints with natural ingredients. Erişim adresi: https://www.newsbytesapp.com/news/lifestyle/affordable-diy-watercolor-paints-from-natural-ingredients/story

Özen, Ö. ve Erdem İşmal, Ö. (2023). Doğadan ilham alan çevre dostu tasarımlar için bir potansiyel olarak lyocell lifleri ve doğal boyalar. *Sanat&Tasarım Dergisi, 13*(1), 201-213. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3207117

Pure Pigments. (2025). *Why Use Honey in Watercolour*. Erişim adresi: https://www.purepigments.co.uk/why-use-honey-in-watercolour

Şimşek, H. ve Yıldırım, A. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık, 9. Baskı, 978-975-02-2603-8.

MOLECULAR-GENETIC ANALYSIS OF CUTANEOUS LEISHMANIASIS PATHOGENS IN THE URGUT DISTRICT OF SAMARKAND REGION

Sh.E. Tolibova[1], Kh.G. Sattarova[2], K.M. Khalikov[3]

[1]PhD Student, Department of Biochemistry, Samarkand State Medical University
[2]PhD Student, Department of Biochemistry, Samarkand State Medical University
[3]Professor, Department of Biochemistry, Samarkand State Medical University
Samarkand, Uzbekistan, ORCID: 0000-0003-1163-7157

Annotation

Objective: To conduct molecular-genetic research on cutaneous leishmaniasis lesions, analyze the species of Leishmania pathogens, develop recommendations for the selection of treatment methods, and create an epidemiological map of their distribution in Uzbekistan.

Materials and Methods: The research was conducted at Samarkand State Medical University (SamDTU) and the M.V. Isaev Institute of Molecular Biology and Experimental Pathology. A total of 15 samples were collected from patients with suspected cutaneous leishmaniasis. From DNA extracts of Leishmania amastigotes, special diagnostic kits were prepared for the molecular identification of Leishmania species. DNA extraction from all samples was performed using a DNA isolation kit, with proteinase K applied for genomic DNA extraction. PCR amplification kits (Invitrogen, Waltham, USA) were used for DNA amplification.

Results: In the M.V. Isaev Institute laboratory, samples were collected from 44 patients suspected of having cutaneous leishmaniasis (CL). These patients came from various regions of Uzbekistan. Smears prepared from the samples were stained with Giemsa and amastigotes of Leishmania were detected under a microscope. Among the patients, 18 were female and 26 male. Over 90% of the cutaneous leishmaniasis lesions were characterized as dry ulcers (either simple or lupoid). Analysis showed that 85.7% of the lesions had a typical form, 4.8% were lupoid, and 9.5% resembled mucosal forms. PCR analysis was conducted on 15 smear samples. Results showed that 13 isolates (90.5%) belonged to *L. tropica* and 2 isolates (9.5%) were confirmed as *L. major*. These findings highlight the prevalence of *L. tropica* in the region.

Conclusion: The study confirms that *L. tropica* and *L. major* are the causative agents of cutaneous leishmaniasis. Based on the data, *L. tropica* is the dominant species in the Urgut district of Samarkand region. PCR is identified as one of the most reliable methods for diagnosing leishmaniasis.

Keywords: genetic analysis, PCR, DNA, leishmaniasis, pathogens.

IMPACT OF MEDICAL RECORD PRACTITIONERS ON HEALTHCARE QUALITY

[1]Amany M. Shebl, [2]Zaki M. Elkalashy, [3]Ghada H. Hamed & [1]Abeer R. Kabeel

[1] Professor of Medical surgical nursing faculty of nursing Mansoura University;

[2] Nursing Administration Lecturer -Faculty of Nursing MTI University

[3] Maternity & neonatal health nursing Faculty of Nursing - Modern University for Technology and Information (MTI)

[1] Nursing Administration Faculty of Nursing - Modern University for Technology and Information (MTI)

Though it seems like doctors and other healthcare providers accused of malpractice might simply change medical records to protect themselves, there are several reasons why doing so is not a good idea. Tampering with medical records can have serious legal consequences for healthcare providers, including criminal charges, fines, and loss of medical license. In a legal context, altered records can be deemed fraudulent and may lead to more severe penalties or judgments in malpractice lawsuits, this article reports on a study undertaken to examine the Quality of perceptions of the professional stander of medical record practitioners by members of the profession and by members of other health care disciplines and it will describe the standards, and the evidence behind them.

KEY WORDS: medical records, standards and Qualified medical record

In the wake of the Comprehensive health insurance and the Health Care Authority, the spotlight is on medical record practice now more than ever before. The role of the medical record practitioner is being described as "pivotal to the Comprehensive health insurance and the Health Care Authority and, therefore, vital to all process stability of health care institutions.

1- The question before the health record profession is whether practitioners can apply the stander as a profession to keep pace with these new demands which are shaping the future of medical record practice

One of the first steps toward improvement as a profession is to apply our professional Stander: How do we measure up to the theoretical models of a profession? How are we perceived by other health care practitioners and by ourselves?

Medical records practitioner code of ethics

Every medical practitioner should ensure that proper records are maintained for every patient attended to. These records must be accurate, legible and updated at appropriate times. They must include all relevant details pertaining to a patient’s clinical history, findings, investigations, treatment plan, signed treatment procedures, advice/information given to the patient and medication dispensed.

In maintaining patient medical records every medical practitioner must practice the following:

ensure that records are securely kept where it is not easily accessible to persons who should not be privy to the information contained therein;

ensure patient records do not contain any derogatory or culturally insensitive remarks about the patient or medical practitioner;

ensure that all the relevant information is entered as soon as possible, preferably at the time of the event;

acknowledge that every patient has the right to request for and be given access to photocopies of the contents of their medical records subject to any limitations and conditions under prevailing laws, policies and/or regulations;

and ensure that if or when a patient opts to engage the services of another medical practitioner or is referred to another medical practitioner that all relevant medical records are made available to the new medical

degree of Impact of Medical Record Practitioners on healthcare Quality. Professional Survey, a study was undertaken to determine the Impact of Medical Record Practitioners on healthcare Quality. The purpose of this study was to explore the Impact of Medical Record Practitioners on healthcare Quality

. Therefore, the following null hypothesis was addressed in the study: There will be no statistically significant difference between the practice with stander of medical record administration without stander by members of other health care disciplines (nursing, radiology, and physical therapy and so on). To test this hypothesis, a 20-item questionnaire based upon Quality stander of a profession, the study was developed. The questionnaire employed a Likert scale-scoring system with the following modifiers: strongly agree, agree, undecided, disagree, strongly disagree. An equal number of positive and negative statements were included in the questionnaire. Responses were quantified in the following manner. On positive statements, a strongly agree response was quantified as five points; agree, four points; undecided, three points; disagree, two points; and strongly disagree, one point. The scoring was reversed for negative items. Therefore, a summative score could be calculated for each respondent.

Content validity of the instrument was evaluated by eight medical record administrators employed as educators in medical record administration and/or medical record technology programs. The respondents were asked to indicate if they felt an item should be reviewed, changed or deleted. The respondents were also asked to evaluate each item was testing. As a result of this survey, 6 of the 20 original items on the questionnaire

Definition.

medical record

: a record of a patient's medical information (as medical history, care or treatments received, test results, diagnoses, and medications taken) (1)

standard

something set up or established by an authority as a rule for the measure of quantity, weight, extent, value, or quality. (2)

Qualified medical record practitioner

means a person who has graduated from a program for medical record administrators or technicians accredited by the Council on Medical Education of the American Medical Association and the American Medical Record Association, and who is certi-fied as a registered record. (3)

practitioner so that continuity of care is not compromised.

ensure that no medical records are falsified or inappropriately altered at any time. (5)

We conducted semi-structured interviews with clinicians, focusing on the advantages and challenges of completing and accuracy of medical record in improving healthcare quality and safety. participant recruitment, and interview questions. Two investigators conducted the interviews from January 2023 to Feb 2024. The participants were recruited from the Quality Team. This study aims to provide an Impact of Medical Record Practitioners on healthcare Quality. The respondents were chosen based on whether they have been using complete and accurate medical records on a consistent and regular basis for at least 12 months. Participants represented different job roles: physicians (7), nurse practitioners (7), and patient safety coordinators (3). Physicians who are dedicated to hospitalized patients, and in our study patient safety coordinators are essentially senior nurses with a separate designation at the patient safety department. Although we had only 3 participants of each of the above 3 occupations, they are representative of the healthcare population. There were 20 participants in this study. Participants belonged to different organizations and might not use

were changed. The final revised survey instrument is shown in Figure1.

The directors of the medical record, nursing, radiology and physical therapy departments in hospitals in Cairo surveyed using this questionnaire. Since medical record administrators do not provide direct patient care, other health care practitioners also chosen.

The investigators reviewed the transcripts independently before the discussion to identify Improving patterns. We conducted an iterative process to identify major domains, and persistence and periorities . We examined 500 quotes and phrases. Respondents' own words helped in guiding for development. For instance, 1 clinician responded: "with Accurate Medical record there is less chance of an error which affects the quality and patient safety." This phrase was given priority to quality and safety. As a result of our analyses, we assigned Effective improvement plane

Even in the definitions of these terms, an occupation as "that which chiefly engages one's time" and a profession as "a vocation or occupation requiring advanced education and training and involving intellectual skills." However, a simple definition of terms is not enough to organize the job with high quality.

Moore stated that a profession is "an occupation whose incumbents create and explicitly utilize knowledge in the solution of problems posed by clientele (either individuals and collectivities).(4)

Basic Procedures:

A qualitative study design was used. We collected the opinions from different groups of clinicians (physicians, hospitalists, nurse practitioners, nurses, and patient safety officers) using semi-structured interviews.

the same medical record. The interviews were conducted by phone/Skype and lasted approximately 30 minutes for each.

The interviews were de-identified, Written, transcribed, and reviewed by both investigators.

The transcripts were coded to derive themes and summarize concepts.

Until thematic saturation was achieved, investigators recruited new participants and conducted interviews. With a sample of 10, assigned codes and themes were repeated in subsequent participant interviews, yielding no new themes. There were 5 additional participants interviewed after Data saturation was obtained. This practice is consistent with prior literature that Data saturation can be obtained with the data from 15 interviewees.(6,7)

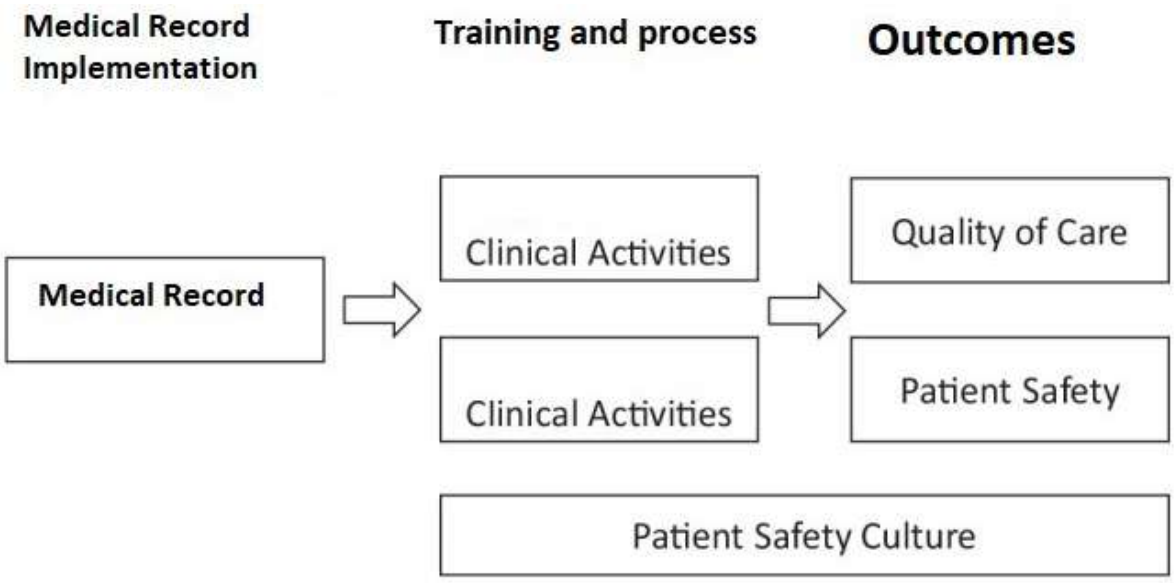
Study Result

The implementation of standard medical Record systems is assist providers to evidence-based decision-making

and streamline providers' workflow via efficient coordination for patient care.

And improved patient outcomes, enhanced patient safety measures, as well as reduced costs.

Fig 1



We summarized the main findings as shown in table 1. By comparing the views on advantages and challenges of standard Medical record

implementation broken down by job roles, we obtained several findings:

(1) Nurses were positive about improving efficiency with standard medical record while others regarded standard medical record as time-consuming.

(2) Physicians, nurse practitioners, and patient safety officers collectively underscored the importance of standard medical record in avoiding medical errors by improving the accessibility and readability of patient data. However, nurses indicated concerns regarding the accuracy of the data.

(3) Interoperability appeared to be a concern for physicians and patient safety officers, given limited system integration.

Compare and contrast views of respondents by job roles		
Job role	**Advantages of Standard medical record implementation**	**Challenges of Standard medical record implementation**
Physicians	**It is easier to find patient data and easier to read their information clearly.**	**There is no national and integrated Standard medical record. Different hospital systems use their own Standard medical record.**
	Standard medical record enables reporting of adverse events	**It takes away valuable time from patient care.**
	Helping to be improved patient safety.	**Time-consuming.**
Patient safety co coordinators	**Doctor's notes and patients' history within EHR is very useful to avoid patient safety mistakes.**	**Standard medical record created issues for the quality of care.**
		Spend too much time on documentation.
		It is not integrated
Nurses	**Standard medical record enables the review of a patient's history even before seeing the patient and makes clinicians' work more efficient..**	**If notes are just copied and pasted, it may not represent accurate patient information.**
	The usage of abbreviations makes documentation more effective	
	Can check side effects and clarify notes with physicians before administering medication	

table 1

Reference's

1- https://www.merriam-webster.com/medical/medical%20record. Accessed 23 May. 2024.
2- https://www.merriam-webster.com/dictionary/standard
3- https://www.lawinsider.com/dictionary/qualified-medical-record-practitioner

4- Moore, W.E. (1970). The Professions: Roles and Rules. New York: Russell Sage Foundation, p. 53.
5- http://www.fijimdc.com/
6- Claydon EA, Davidov DM, Zullig KJ, Lilly CL, Cottrell L, Zerwas SC. Waking up every day in a body that is not yours: a qualitative research inquiry into the intersection between eating disorders and pregnancy. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2018;18:1-13.

7- Brymer E, Crabtree J, King R. Exploring perceptions of how nature recreation benefits mental wellbeing: a qualitative enquiry. *Ann Leis Res*. 2021;24:394-413.

T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Genel Sekreterlik

2025 AİLE YILI

Sayı : E-57452775-903.07-337364 26.03.2025
Konu : Düzenleme Kuruluna Akademisyen Temsilciliği

DAĞITIM YERLERİNE

Üniversitemiz ve Kurumunuz iş birliğinde 25-27 Nisan 2025 tarihleri arasında düzenlenecek olan "X. Uluslararası Sağlık, Mühendislik ve Fen Bilimleri Kongresi"nin Düzenleme Kuruluna Yükseköğretim Genel Kurulunun 15.06.2023 tarihli, 10 sayılı oturumunda alınan 2023.10.183 sayılı kararı gereğince Doçentlik Başvuru Şartlarında bulunan ve doçent olacak adaylardan istenen "Diğer uluslararası/ ulusal bilimsel toplantının düzenleme komitesinde resmi olarak görevlendirilmiş üniversite akademisyen temsilcisi bulunması zorunludur." maddesi gereğince Ases X. Uluslararası Sağlık, Mühendislik ve Fen Bilimleri Kongresi Düzenleme Kuruluna akademisyen temsilcisi olarak Üniversitemiz Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Öğretim Üyesi Doç. Dr. Aysel VEYİSOĞLU görevlendirilmiştir.

Bilgilerini ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Şakir TAŞDEMİR
Rektör

Dağıtım:
Gereği:
ASES (ACADEMY OF SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL STUDIES)

Bilgi:
Doç. Dr. Aysel VEYİSOĞLU

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Adres:Korucuk Mah. Selanik Cad. 15 Temmuz Yerleşkesi Rektörlük Binası No:21B 57010 Merkez / SİNOP
Telefon:(0 368) 271 57 68 Faks:(0 368) 271 57 70
e-Posta:gensek@sinop.edu.tr Web: www.sinop.edu.tr
Kep Adresi: sinopuniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için: Feriştah BULUT
Unvanı: Şef
Dahili: 1208

Bu belge, güvenli elektronik İmza ile imzalanmıştır.

ASES
KONGRE ORGANİZASYON YAYINCILIK LTD. ŞTİ.

Sayı : T-100-115 22.05.2025
Konu : Akademik Teşvik Uygunluk Belgesi

İLGİLİ MAKAMA

Ases Kongre Organizasyon Yayıncılık LTD. ŞTİ. tarafından 25-27 Nisan 2025 tarihleri arasında Sinop'da düzenlenen Ases X. International Health, Engineering And Sciences Congress'te sunulan bildiriler çift kör hakem tarafından değerlendirilmiş olup gerek bilim kurulu gerekse de düzenleme kurulu olarak uluslararası niteliktedir. Çalışmaların %47,41'i Türkiye den ve % 52,59'u yurtdışından katılan akademisyen ve araştırmacılar tarafından sunulmuştur. Kongremiz akademik teşviğe uygundur. Kongre katılımcı ülke bilgileri ve katılımcı sayıları aşağıdaki gibidir.

Toplam bildiri sayısı: 251
Türkiyeden sunulan bildiri sayısı: 119
Türkiye dışından sunulan bildiri sayısı: 132
Katılımcı ülke sayısı: 19 ülke

Kongreye katılan ülkeler ve bildiri sayıları: Kazakistan (26 bildiri), Cezayir (19 bildiri), Mısır (13 bildiri), Özbekistan (13 bildiri), Hindistan (13 bildiri), Malezya (10 bildiri), Azerbaycan (6 bildiri), İtalya (6 bildiri), Ukrayna (5 bildiri), Romanya (5 bildiri), Pakistan (4 bildiri), Filipinler (3 bildiri), Nijerya (2 bildiri), Endonezya (2 bildiri), Fas (2 bildiri), Portekiz (2 bildiri), KKTC (1 bildiri), İran (1 bildiri), Yeni Zelanda (1 bildiri).

Gereğini arz ederim.

Prof. Dr. MUHITDIN YILMAZ
Chairman of the Organizing Board

İletişim:
Website: https://asescongress.com/
E-mail: asesfen@gmail.com

22.05.2025
ISBN: 978-625-96918-1-7
ASES PUBLICATIONS – 2025©