AĞIR TİCARİ ARAÇLAR İÇİN SÜREKLİ ELYAF TAKVİYELİ HİBRİT TERMOPLASTİK KOMPOZİT MALZEMEDEN TORK ÇUBUĞU GELİŞTİRİLMESİ: TASARIM, ANALİZ VE OPTİMİZASYON

Aslıhan HAYIRKUŞ
Bursa Uludag University, Faculty of Engineering, Department of Automotive Engineering, Applied Mechanics and Advanced Materials Research Group (AMAMRG) Lab., Gorukle/Bursa/Turkiye
ORCID: 0000-0003-2818-3198
Prof. Dr. Ali Rıza MOTORCU
Canakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering, Annexe 3rd Floor 317 Terzioğlu Campus 17100/ Canakkale
ORCID: 0000-0002-9129-8935
Prof. Dr. Murat YAZICI
Bursa Uludag University, Faculty of Engineering, Department of Automotive Engineering, Applied Mechanics and Advanced Materials Research Group (AMAMRG) Lab., Gorukle/Bursa/Turkiye
ORCID: 0000-0002-8720-7594

ÖZET

Çeki kolu (tork çubuğu), her iki ucunda burç bulunan ve ağır ticari araçlarda dingili şasiye bağlayan süspansiyon sisteminin önemli bir bileşenidir. Çok eksenli dinamik yükleme altında çalışması, üstün mekanik özelliklere sahip olmasını gerektirmektedir. Ayrıca günümüzde artan CO_2 emisyonları sebebiyle, yakıt tüketiminin azaltılması veya hibrit elektrikli araçlarda menzilin artırılması amacıyla, her parçanın hafif ve düşük maliyetli tasarlanması hedeflenmektedir. Tüm bu hedefler düşünüldüğünde akla ilk gelen, çeki kolunun kompozit bir malzeme kullanılarak üretilmesidir. Ancak mukavemet, ağırlık, geridönüştürülebilirlik, maliyet vb. özellikler düşünüldüğünde tüm kriterleri tek bir kompozit malzemeyle sağlamak oldukça güçtür. Bu sebeple termoplastik matrisli hibrit fiber takviyeli kompozit yapılar tercih edilebilmektedir. Bahsedilen bu kriterlerin hepsini sağlayan kompozit bir çeki kolunun imalatı, tasarım ve sonlu elemanlar analizi çalışmalarında deney tasarımı destekli çok amaçlı optimizasyon uygulamalarını zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada, ağır vasıta araçlarında kullanılan sabit bir dövme çelik çeki koluna ikame olabilecek, artı kesite sahip, üstün mekanik özellikleri olan, minimum maliyeti ve ağırlığı sağlayan sürekli karbon ve cam elyafla takviyelendirilmiş termoplastik matrisli hibrit kompozit bir çeki kolu incelenmiştir. Daha sonra çalışmada, bu hibrit kompozit çeki kolunun bilgisayar destekli tasarım, analiz ve çok kriterli karar verme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Taguchi Metodu L25 ortogonal dizinin deney seti gözetilerek ABAQUS® programında gerçekleştirilen sonlu elemanlar analiz çalışması sonucu mekanik özelliklere, ağırlığa ve teknik hesaplamalar sonucu parça başı üretim maliyetine ait veriler TOPSIS yöntemi kullanılarak çok kriterli optimizasyon işlemine tabi tutulmuştur. Gerçekleştirilen Entropi Ağırlıklandırmalı TOPSIS yöntemi ile çok kriterli optimizasyon çalışması sonucunda uygulanan yük karşısında, çeki kolunun üretiminde dövme çelik malzeme yerine hibrit termoplastik matrisli kompozit malzemenin kullanılmasıyla da üstün mekanik özelliklerin elde edilebileceği

görülmüştür. Ayrıca, bu hibrit kompozit çeki kolu ile dövme çelik malzemeye göre ağırlığın %64.76 oranında azaltılabileceği ve parça başı üretim maliyetlerinin ise %37.5 oranında düşürülebileceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sürekli fiber takviyeli hibrit termoplastik kompozit, Sonlu Elemanlar Analizi, Çok Kriterli Karar Verme, Entropi ağırlıklı TOPSIS

Teşekkür: Bu çalışma Tübitak-Teydeb-1505 programı tarafından desteklenen 5220011 nolu proje kapsamında gerçekleşmiştir. Yazarlar, desteği için TÜBİTAK'a teşekkür ederler.

DEVELOPMENT OF A CONTINUOUS FIBER REINFORCED HYBRID THERMOPLASTIC COMPOSITE MATERIALS TORQUE ROD FOR HEAVY COMMERCIAL VEHICLES: DESIGN, ANALYSIS AND OPTIMIZATION

ABSTRACT

The torque rod is an important component of the suspension system, which has bushings at both ends and connects the axle to the chassis in heavy commercial vehicles. Operation under multi-axial dynamic loading requires it to have superior mechanical properties. In addition, due to today's increasing CO_2 emissions, it is aimed to design every part as lightweight and low-cost in order to reduce fuel consumption or increase the range of hybrid electric vehicles. Considering all these goals, the first thing that comes to mind is the production of the torque rod using a composite material. However, considering the properties such as strength, weight, recyclability, cost, etc., it is very difficult to meet all criteria with a single composite material. For this reason, hybrid fiber reinforced composite structures with thermoplastic matrix can be preferred. The fabrication of a composite torque rod that meets all of these criteria necessitates the application of multi-objective optimization applications supported by design of experiments in design and finite element analysis studies. Therefore, in this study, a hybrid composite torque rod with a thermoplastic matrix reinforced with continuous carbon and glass fibers which minimum cost and weight is investigated as a substitute for a fixed forged steel towing arm used in heavy commercial vehicles, with increased cross-section, superior mechanical properties. Then, computer-aided design, analysis, and multi-criteria decision-making studies of this hybrid composite torque rod were carried out in the study. As a result of the finite element analysis study perform in the ABAQUS ® program considering the experimental set of the Taguchi Method L25 orthogonal array, the data related to on mechanical properties, weight and production cost per piece as a result of technical calculations were subjected to multi-criteria optimization using the TOPSIS method. As a result of the multi-criteria optimization with the Entropy Weighted TOPSIS method, it was seen that superior mechanical properties can be obtained by using hybrid thermoplastic matrix composite material instead of forged steel material in the production of the torque rod with the applied load. In addition, it has been determined that with this hybrid composite torque rod's weight can be reduced by 64.76% and the production's costs per piece can be reduced by 37.5% compared to forged steel material.

Keywords: Continuous fiber reinforced hybrid thermoplastic composite, Finite Element Analysis, Multi-Criteria Decision Making, Entropy weighted TOPSIS

Acknowledgments: This study was carried out within the scope of project number 5220011, supported by the Tübitak-Teydeb-1505 program. The authors thank TÜBİTAK for its support.



INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

https://www.isarconference.org/

7. ULUSLARARASI PALANDÖKEN BİLİMSEL ÇALIŞMALAR KONGRESİ

02-03 ARALIK 2023 /ERZURUM



KONGRE KİTABI

EDİTÖRLER:

Prof. Dr. Cenk YAVUZ

Doç. Dr. Aliye ÇİLAN AKIN

İKSAD Publishing House

CONGRESS ID

CONGRESS TITLE

7. INTERNATIONAL PALANDÖKEN SCIENTIFIC STUDIES CONGRESS

DATE AND PLACE

02-03 DECEMBER 2023

ERZURUM -TURKEY/TURKEY ONLINE PRESENTATIONS

ORGANIZATION

ISARC

INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

GENERAL COORDINATOR

Yasemin AĞAOĞLU

COORDINATOR

Dr. Bahar ALTUNOK

EDITOR

Prof. Dr. Cenk YAVUZ

Doç. Dr. Aliye ÇİLAN AKIN

ORGANIZING COMMITTEE

Prof. Dr. Cenk YAVUZ

Doç. Dr. Neslihan ŞAHİN

Doç. Dr. Sevcan YILDIZ

Dr. Aykan ÇOŞKUN

Dr. Bahar ALTUNOK

Dr. Nevim TÜZÜN

Yasin Oğuz ÖZMENEKŞE

PARTICIPATING COUNTRIES

Algeria/ India/ Indonesia/

Lesotho/ Malaysia / Morocco/ Nigeria/Pakistan/ Saudi Arabia

Tunisia / Vietnam

Copyright © 2023 by iksad publishing house

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 publisher, except in the case of brief quotations embodied in critical reviews and certain other non-commercial uses permitted by copyright law. Institution of Economic Development and Social
Researches Publications®

(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)
TURKEY TR: +90 342 606 06 75
USA: +1 631 685 0 853
E mail: iksadyayinevi@gmail.com
www.iksadyayinevi.com
It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.
Iksad Publications – 2023©

ISBN: '978-625-367-531-8'

Cover Design: İbrahim KAYA
December/ 2023

SCIENCE AND ADVISORY COMMITTEE

Prof. Dr. Ali AKIL
Saiyed Parul University
Prof. Dr. Erdin BOZKURT
Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Hazim Abd Mohammed ALJEWAREE
Alkıtab University
Prof. Dr. Hulusi DOĞAN
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi
Prof. Dr. Gülçin YAHYA KAÇAR
Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Prof. Dr. Hülya ÇİÇEK
Gaziantep Üniversitesi
Prof. Dr. Mukadder MOLLAOĞLU
Cumhuriyet Üniversitesi
Prof. Dr. Mustafa Fedai ÇAVUŞ
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi
Prof. Dr. Mustafa METE
Gaziantep Üniversitesi
Prof. Dr. Orhan ZEYBEK
Balıkesir Üniversitesi
Prof. Dr. Süleyman UYAR
Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi
Prof. Dr. Seyfi ÖZGÜZEL
Çukurova Üniversitesi
Prof. Dr. Sevi ÖZ
Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI
Atatürk Üniversitesi
Doç. Dr. Abdulkerim DİLER
Atatürk Üniversitesi
Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE
Atatürk Üniversitesi
Doç. Dr. Akın KIRBAŞ
Yozgat Bozok Üniversitesi
Doç. Dr. Aylin YALÇIN SARIBEY
Üsküdar Üniversitesi
Doç. Dr. Ayşegül TÜRK
Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Doç. Dr. Ayşen ALTUN ADA
Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
Doç. Dr. Azimbaeva GULBAYRA
Kazakh National Women's Pedagogical University
Doç. Dr. Bahadır KILCAN
Gazi Üniversitesi
Doç. Dr. Betül GÜZELDİR
Atatürk Üniversitesi
Doç. Dr. Ebubekir DİRİCAN
Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi
Doç. Dr. Fuat AKDENİZLİ
Dokuz Eylül Üniversitesi
Doç. Dr. Fariz AHMADOV
Azerbaycan Devlet Iktisat Universitesi
Doç. Dr. Faruk KALAY
Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Doç. Dr. Gökçe CEREV
Kocaeli Üniversitesi
Doç. Dr. Güçlü ŞEKERCİOĞLU
Akdeniz Üniversitesi
Doç. Dr. Kader DAĞCI KIRANŞAN
Atatürk Üniversitesi
Doç. Dr. Kader ÖZLEM
Uludağ Üniversitesi
Doç. Dr. Neslihan ŞAHİN
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi
Doç. Dr. Oqtay QULİYEV
Azerbaycan Devlet İktisat Üniversitesi
Doç. Dr. Ömer Faruk RENÇBER
Gaziantep Üniversitesi
Doç. Dr. Reyhan DADAŞOVA
Azerbaycan Devlet Pedagoji Üniversitesi
Doç. Dr. Salman Bashir MEMON
Shah Abdul Latif University
Doç. Dr. Yasin SÖĞÜT
Giresun Üniversitesi
Dr. Ali Arshad
University Utara
Dr. Ajay B. GADİCHA
Sant Gadge Baba Amravati University
Dr. Aqil MEMMEDOV
Azerbaycan Devlet İktisat Üniversitesi
Dr. Elşen MEMMEDLİ
Azerbaycan Devlet İktisat Üniversitesi
Dr. Gülnar MİRZEYEVA
Azerbaycan Devlet İktisat Üniversitesi
Dr. Hamdi DAĞISTANLI
MEV
Dr. Joanna HERNİK
West Pomeranian University of Technology
Dr. Meryem PİR
Kocaeli Üniversitesi
Dr. Murat KIRANŞAN
Gümüşhane Üniversitesi
Dr. Nurhoca AKBULAYEV
Azerbaycan Devlet İktisat Üniversitesi
Dr. Suat ÖZER
MEB
Dr. Sultan SARI
Türkiye Vakıflar Bankası TAO
Dr. Ş. Selçuk SEÇİLMİŞ
Gaziantep Üniversitesi
Dr. Yüksel DEMİREL
Başkent Üniversitesi

ISARC

7. INTERNATIONAL PALANDÖKEN SCIENTIFIC STUDIES CONGRESS

02-03 DECEMBER 2023

ERZURUM/TÜRKİYE

CONGRESS PROGRAM

Join Zoom Meeting:

Meeting ID: 892 1322 7070

Passcode: 180196

Join Zoom Meeting

https://us02web.zoom.us/j/89213227070?pwd=bzgvRWh6U0xYbTZvMXhrK1QyOEVUZz09

PARTICIPATING COUNTRIES

Algeria/ India/ Indonesia/
Lesotho/ Malaysia / Morocco/ Nigeria/Pakistan/ Saudi Arabia
Tunisia / Vietnam

TOTAL NUMBER OF INTERNATIONAL PAPER: 61
PAPER FROM TURKEY: 57

02.12.2023
Saturday /10:00-11:45

SESSION-1 HALL-2
MODERATOR: Prof. Dr. Cenk YAVUZ

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Ceyda AKSOY TIRMIKÇI Prof. Dr. Cenk YAVUZ	Sakarya University,	ISO14064 SERA GAZI EMİSYON ENVANTERLERİ VE DOĞRULAMASINA İLİŞKİN ULUSLARARASI STANDART İNCELEMESİ
Hamdi YILDIZ Zekeriya PARLAK Onur AKINER Niyazi TAŞDEMİR Cenk YAVUZ	Sakarya University, SANEL Sanayi Elektroniği İmalat ve Ticaret A.Ş., R& Center,	YÜKSEK AKIM DEVRELERİNDE ISININ YÖNETİMİ: TİCARİ ARAÇLARDA PASİF SOĞUTUCULARIN TASARIMI
Esra ÖZDEMİR Doç. Dr. Arife YURDAKUL	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi,	MEKANİK ALAŞIMLAMA (MA) İLE CE-TZP/Tİ 3 SİC 2 KOMPOZİTLERİNİN ÜRETİMİ VE KARAKTERİZASYONU
Meltem COŞKUN Prof. Dr. Erhan PULAT Prof. Dr. Murat YAZICI	Firat University, Bursa Uludağ University,	LİTYUM İYON BATARYALARINDAN KATIHAL BATARYALARINA GEÇİŞ
Aslıhan HAYIRKUŞ Prof. Dr. Ali Rıza MOTORCU Prof. Dr. Murat YAZICI	Bursa Uludag University, Canakkale Onsekiz Mart University, Bursa Uludag University,	AĞIR TİCARİ ARAÇLAR İÇİN SÜREKLİ ELYAF TAKVİYELİ HİBRİT TERMOPLASTİK KOMPOZİT MALZEMEDEN TORK ÇUBUĞU GELİŞTİRİLMESİ: TASARIM, ANALİZ VE OPTİMİZASYON
Çağatay YAMÇIÇIER Cihan KÜRKÇÜ	Osmaniye Korkut Ata University, Kırşehir Ahi Evran University,	BA_3 N BİLEŞİĞİNİN YAPISAL, ELEKTRONİK, MEKANİK VE DİNAMİK ÖZELLİKLERİNİN YOĞUNLUK FONKSİYONEL TEORİSİ İLE İNCELENMESİ
Çağatay YAMÇIÇIER Cihan KÜRKÇÜ	Osmaniye Korkut Ata University, Kırşehir Ahi Evran University,	BE_3N_2 BİLEŞİĞİNİN YAPISAL, ELEKTRONİK, ELASTİK VE FONON ÖZELLİKLERİ: AB-INİTİO ÇALIŞMASI

İÇİNDEKİLER-CONTENTS

MODERN PENTATLON SPORCULARINDA DURUMLUK VE SÜREKLİ KAYGININ YARIŞ PERFORMANSINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ 7

MODERN PENTATLON SPORCULARINDA VÜCUT YAĞ ORANI İLE EL PENÇE KUVVETİNİN İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ 15

THE RELATİONSHİP BETWEEN EMERGENCY DEPARTMENT FACTORS AND SURVİVAL AFTER SUDDEN CARDİAC ARREST 21

B_2O_3-BAO-NAF GLASS SYSTEM PHOTOCATALYST SYNTHESIS FOR METHYLENE BLUE (MB) DEGRADATION UNDER XENON LIGHT IRRADIATION 28

METHYLENE BLUE DYE PHOTOCATALYTIC DEGRADATION USING A K-DOPED BORATE GLASS SYSTEM 35

ANKİLOZAN SPONDİLİT HASTALARINDA PİLATESİN ETKİLERİ 42

KANSER HASTALARINDA DELİRYUM YÖNETİMİ 49

MEME KANSERİ HÜCRELERİNDE BAKIR TAŞINMASININ ENGELLENMESİ İLE GEN İFADE DEĞİŞİKLİKLERİNİN İNCELENMESİ 59

PANKREAS KANSERİNDE GENOM BOYU GEN İFADE ANALİZİ İLE ÖNEMLİ YOLAKLARIN ARAŞTIRILMASI 67

ISO14064 SERA GAZI EMİSYON ENVANTERLERİ VE DOĞRULAMASINA İLİŞKİN ULUSLARARASI STANDART İNCELEMESİ 75

YÜKSEK AKIM DEVRELERİNDE ISININ YÖNETİMİ: TİCARİ ARAÇLARDA PASİF SOĞUTUCULARIN TASARIMI 77

Ce-TZP/Ti_3SiC_2 KOMPOZİTLERİNİN ÜRETİMİ VE KARAKTERİZASYONU 79

LİTYUM İYON BATARYALARINDAN KATIHAL BATARYALARINA GEÇİŞ 90

AĞIR TİCARİ ARAÇLAR İÇİN SÜREKLİ ELYAF TAKVİYELİ HİBRİT TERMOPLASTİK KOMPOZİT MALZEMEDEN TORK ÇUBUĞU GELİŞTİRİLMESİ: TASARIM, ANALİZ VE OPTİMİZASYON 92

BA_3N BİLEŞİĞİNİN YAPISAL, ELEKTRONİK, MEKANİK VE DİNAMİK ÖZELLİKLERİNİN YOĞUNLUK FONKSİYONEL TEORİSİ İLE İNCELENMESİ 95

BE_3N_2 BİLEŞİĞİNİN YAPISAL, ELEKTRONİK, ELASTİK VE FONON ÖZELLİKLERİ: AB-INİTİO ÇALIŞMASI 102

TÜRKİYE'DE YATILI BAKIM HİZMETLERİ: ACİL YERLEŞTİRME UYGULAMASINA BİR YAKLAŞIM 110

TÜRKİYE'DE TEK EBEVEYNLİ AİLELERİN YOKSULLUKLA MÜCADELESİNDE SOSYAL YARDIMLARIN ROLÜ 118

GÖÇMEN ÇOCUKLARIN KORKULARI 131

OKUL ÖNCESİ ÖĞRETMENLİĞİ ÖĞRENCİLERİNİN EMPATİK EĞİLİMLERİNİN ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ 140

MAPPING THE LANDSCAPE OF ACADEMIC RESEARCH ON SOCIAL POLICY AND CHILDREN: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS USING VOSVIEWER 141