16. ULUSAL KİL SEMPOZYUMU
BİLDİRİLER KİTABI

Proceedings of 16th National Clay Symposium

Editörler
Editors

Ayten ÇALIK

02-05 Eylül 2015
02-05 September 2015

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Troia Kültür Merkezi, ÇANAKKALE

DÜZENLEME KURULU

Onursal Başkan

Yücel ACER (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Rektörü)

Başkan

Süha ÖZDEN

Sempozyum Sekreteri

Ayten ÇALIK

Üyeler

Ali ALTINTAŞ
Dilek BAŞOĞLU
Kağan KAYACI
Mustafa AVCIOĞLU
Oya ERENOĞLU
Ozan DENİZ
Özge DİNÇ
Özkan ATEŞ
Sevinç KAPAN
Yasemin ERÇETİN AKYAR
Yıldız YILDIRIM

KİL BİLİMLERİ DERNEĞİ YÖNETİM KURULU

Asuman GÜNAL TÜRKMENOĞLU

Şıh Ali SAYIN

Haluk AKGÜN

Zehra Semra KARAKAŞ

Hüseyin YALÇIN

Selahattin KADİR

İsmail Aydın ARAS

BİLİM KURULU

Asuman GÜNAL TÜRKMENOĞLU (ODTÜ)

Ayten ÇALIK (ÇOMÜ)

Dicle BAL AKKOCA (FÜ)

Erhan AKÇA (ADYÜ)

Fahri ESENLİ (İTÜ)

Haluk AKGÜN (ODTÜ)

Hüseyin YALÇIN (CÜ)

İ. Aydın ARAS (YYÜ)

Kadir YURDAKOÇ (DEÜ)

Kağan KAYACI (Kale Seramik Çanakkale Kalebodur Ser. San. A.Ş)

Mustafa KOÇKAR (GÜ)

Mümtaz ÇOLAK (DEÜ)

Ömer BOZKAYA (CÜ)

Suna BALCI (GÜ)

Ş. Ali SAYIN (Aldridge Mineral Madencilik)

Ünal ALTINBAŞ (EÜ)

BASIMA HAZIRLAYANLAR

Ayten ÇALIK

Özkan ATEŞ

DESTEKLEYEN KURUM ve KURULUŞLAR

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Kaleseramik Çanakkale Kalebodur A.Ş.
Kale Maden A.Ş.
Matel Hammadde San. ve Tic. A.Ş.
Esmaglass Itaca Cam ve Seramik San. ve Tic.
Lamberti Kimya Sanayi ve Tic. A.Ş.
Er Madencilik San. ve Tic. Ltd. Şti.
Lirkim Kimya San. ve Tic. A.Ş.

ÖNSÖZ

Prof. Dr. Süha ÖZDEN
16. Ulusal Kil Sempozyumu
Düzenleme Kurulu Başkanı

Sayfa

İÇİNDEKİLER
Contents

ÖNSÖZ v
Preface

ENDÜSTRİDE KİL
Clay in Industry 1

KİLLERİN FİZİKSEL, KİMYASAL ve MİNERALOJİK ÖZELLİKLERİNİN PLASTİKLİĞE OLAN ETKİSİ
The Effects of Physical, Chemical and Mineralogical Properties of Clays on their Plasticity
Emrah DURGUT, Yıldız YILDIRIM, Çiğdem YİĞİT PALA, Kağan KAYACI, Hasan ERGİN..... 2

HAFİF YAPI ELEMANI ÜRETİMİNDE DİYATOMİT ve İNCELTİLMİŞ POLYESTER REÇİNENİN KULLANIMI
Use of Diatomite and Diluted Polyester Resin in the Production of Lightweight Building Components
Mehmedi Vehbi GÖKÇE, Murat ÇİFLİKLİ, Zeki KARACA..... 8

KAOLİN GRUBU KİL MİNERALLERİNİN RİETVELD YÖNTEMİYLE FAZ ANALİZLERİNİN YAPILMASI
The Phase Analysis of Kaolin Group Minerals by the Rietveld Method
Yıldız YILDIRIM ve Murat ÇİFLİKLİ..... 11

ŞİLE BÖLGESİ KİLLERİNİN MİNERALOJİK ÖZELLİKLERİNİN REOLOJİK DAVRANIŞLARINA ETKİSİ
The Influence of Mineralogical Composition of Şile Region Clays on the Reological Behaviors
Yıldız YILDIRIM, Çiğdem YİĞİT PALA, Emrah DURGUT, Kağan KAYACI, Hasan ERGİN..... 13

KİL JEOLOJİSİ, MİNERALOJİSİ ve JEOKİMYASI
Clay Geology, Mineralogy and Geochemistry 20

OF-HAYRAT (TRABZON)-İKİZDERE (RİZE) GEÇ KRETASE YAŞLI KALSİTÜRBİDİTLERİN KİL MİNERALOJİSİ, KD TÜRKİYE
Clay Mineralogy of the Late Cretaceous Aged Calciturbidites from the Of-Hayrat (Trabzon)-İkizdere (Rize) Area, NE Turkey
Emel ABDİOĞLU, Raif KANDEMİR, Bilal SARI, Ayberk KAYA..... 21

EOSEN YAŞLI VOLKANİTLERİN HİDROTERMAL ALTERASYONU ve KİL MİNERALOJİSİ, KERMUT (GÜMÜŞHANE, KD TÜRKİYE)
Hydrothermal Alteration and Clay Mineralogy of the Eocene Volcanic Rocks in the Kermut (Gümüşhane, NE Turkey) Area
Enver AKARYALI, Mehmet Ali GÜCER, Emre AYDINÇAKIR, Enes TÜRK, Hasan Basri DEMİR..... 24

HİDROTERMAL MADEN YATAKLARININ YAŞ ve KÖKENİNİN BELİRLENMESİNDE İLLİTLERİN ROLÜ, BİGA YARIMADASI, KB TÜRKİYE
The Role of Illites for Determination of Age and Origin of Hydrothermal Ore Deposits, Biga Peninsula, NW Turkey
Gülcan BOZKAYA, Ömer BOZKAYA, I. Tonguc UYSAL, David A. BANKS..... 26

AÇILMALI BASENLERDE İKİ AŞAMALI FİLLOSİLİKAT OLUŞUM MODELİ: ANTALYA BİRLİĞİ (ORTA VE BATI TOROSLAR) KAMBRİYEN-ORDOVİSİYEN YAŞLI KLASTİK KAYAÇLARDAN ÖRNEKLER
A Two-Step Mode of Phyllosilicate Formation in the Extensional Basins: Examples from Clastic Rocks of Cambrian-Ordovician Age in the Antalya Unit (Central and Western Taurides)
Ömer BOZKAYA ve Hüseyin YALÇIN..... 30

BAYBURT YÖRESİ (KD TÜRKİYE) EOSEN YAŞLI VİTRİK TÜFLERDEKİ KLİNOPTİLOLİT OLUŞUMU
Clinoptilolite Formation in the Bayburt Area (NE Turkey) Eocene Aged Vitric Tuffs
Derya CİCERALİ, Mehmet ARSLAN, Emel ABDİOĞLU, Sohyun PARK..... 34

XRD YARI-NİCEL KİL FRAKSİYONU ANALİZİNDE MİNERAL BAĞIL BULUNMA YÜZDELERİNİN TESPİTİNDE NORMALLEŞTİRME FAKTÖRLERİNİN HESAPLANMASI ve KULLANILMASI
Calculation and Application of Normalization Factors in XRD Semi Quantitative Clay-Size Fraction Analysis to Compute the Relative Clay Minerals' Abundances
Mehmet Koray EKİNCİ..... 37

OSMANCIK-KARGI (ÇORUM) HES PROJESİ ENERJİ TÜNELİ GÜZERGAHINDA KESİLEN KİLLİ SEVİYELERİN MİNERALOJİSİ

Anıl ERGÜLMEZ ve Murat ÇİFLİKLİ..... 39

BİR KAOLİN CEVHERİNİN MİNERALOJİK YAPISI
Mineralogical Structure of a Kaolin Ore
İlker ERKAN ve İbrahim ALP..... 41

BARTIN-ZONGULDAK-KARABÜK BÖLGESİNDE GÖZLENEN GEÇ DEVONİYEN YAŞLI K-BENTONİTLERİN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE KÖKENİ
Geochemical Characteristics and Origin of Late Devonian K-Bentonites From Bartın-Zonguldak-Karabük Area
M. Cemal GÖNCÜOĞLU, Ömer BOZKAYA, Asuman GÜNAL TÜRKMENOĞLU, Özge ÜNLÜCE, Cengiz OKUYUCU..... 44

SİMAV FAYI ve SIYRILMA FAYLARININ YAŞLARINA FAY KİLLERİNİN TARİHLENDİRİLMESİ İLE BİR YAKLAŞIM, KB ANADOLU
An Approach to Dating Fault Clays on the Simav Fault and Simav Detachment Fault, NW Anatolia
Erdem GÜNDOĞDU, Süha ÖZDEN, Talip GÜNGÖR..... 48

BOR-EREĞLİ OVASININ KUVATERNER SEDİMANLARI ve MİNERAL İÇERİĞİ
Quaternary Sediments of the Bor-Ereğli Plains and Mineral Content
Ali GÜREL..... 52

ÜRGÜP-BAŞKÖY ÇEVRESİNDE YER ALAN GEÇ MİYOSEN YAŞLI PALEOTOPRAK ve KALİŞ SEVİYELERİNİN MİNERAL İÇERİĞİ
Mineralogical Content of Late Miocene Paleosoils and Calcrete Levels in the Vicinity of Ürgüp-Başköy
Ali GÜREL..... 54

AHIRÖZÜ-MİHALIÇÇIK (ESKİŞEHİR-TÜRKİYE) KAOLEN YATAKLARI ve DOLAYLARINDA DAĞILIM GÖSTEREN BOZUŞMA ÜRÜNLERİNİN KÖKENSEL OLARAK İNCELENMESİ
Investigations of the Origin of Alteration Products Distributed in and around Ahırözü-Mihalıççık (Eskişehir-Türkiye) Kaolin Deposits
Işıl ÖMEROĞLU, Asuman GÜNAL TÜRKMENOĞLU, Şıh Ali SAYIN..... 57

KİL MİNERALLERİNİN DENGE DİYAGRAMLARININ HESAPLANMASI ve KULLANILMASI: SEPİYOLİT-PALİGORSKİTVE İLGİLİ MİNERALLER
Calculation and Uses of Activity Diagrams of Clay Minerals: Sepiolite-Palygorskite and Related Minerals
Ünal ÖZBAŞ ve Rezan BİRSOY..... 60

HAKKARİ-ÇUKURCA YÖRESİNDE (GÜNEYDOĞU ANADOLU OTOKTONU-DOĞU BÖLÜMÜ) ALT PALEOZOYİK BİRİMLERİNİN DİYAJENEZ/METAMORFİZMA DERECESİNE İLİŞKİN İLK BULGULAR
The Preliminary Results on Diagenesis/Metamorphism Degree of Lower Paleozoic Units in the Hakkari-Çukurca Area (Southeast Anatolian Authouchthon-Eastern Part)
Sema TETİKER, Hüseyin YALÇIN, Ömer BOZKAYA..... 65

TRİYAS RİFTLEŞMESİ İLE İLİŞKİLİ BOZKIR BİRLİĞİ'NİN KİL MİNERALOJİSİ VE JEOKİMYASI
Clay Mineralogy and Geochemistry of Bozkır Unit related to Triassic Rifting
Hüseyin YALÇIN, Ömer BOZKAYA, Mine TAKÇI..... 68

KİL ve ARKEOLOJİ
Clay and Archeology 72

DOMUZTEPE HÖYÜĞÜ (KAHRAMANMARAŞ) KAZILARINDA ELE GEÇEN HALAF DÖNEMİ SERAMİKLERİNİN HAMMADDE KAYNAKLARI
Raw Material Sources of Halaf Period Ceramics Obtained from Domuztepe Mound (Kahramanmaraş)
Murat DİRİCAN, Asuman GÜNAL TÜRKMENOĞLU, Çiğdem ATAKUMAN..... 73

KERTÜŞTİ HÖYÜK HALAF ÇANAK ÇÖMLEĞİ KİLLERİNİN SEM/EDX KARAKTERİZASYONU
SEM/EDX Characterization of a Halaf Pottery Clay from Kerküşti Höyük
Savaş SARIALTUN..... 83

TRİPOLİS (YENİCEKENT, DENİZLİ) ANTİK KENTİNDEKİ GEÇ ANTİK ÇAĞ UNGUENTARİUMLARIN MUHTEMEL HAMMADDE KAYNAKLARININ ARAŞTIRILMASI
Investigation of the Possible Raw Material Source of Late Antiquity Unguentarium in Tripolis (Yenicekent, Denizli) Antique City
Barış SEMİZ ve Bahadır DUMAN..... 86

KİLİN ARKEOLOJİDEKİ YERİ
The Importance of Clay in Archaeology
Aysun TOPALOĞLU UZUNEL..... 90

KİL ve SAĞLIK
Clay and Health 92

KİL MİNERALLERİ-İNSANLARDA KİL YEME ALIŞKANLIĞI (JEOFAJİA)-PELOİDLER-BENTONİT ve DETOKS KİLİ-PATOJENLER-PEKMEZ TOPRAĞI ve TIBBİ JEOLOJİK YÖNDEN DEĞERLENDİRME
Clay Minerals-Clay Eating Habits of People (Geophagia)-Peloides-Bentonite and Detoxification Clays-Pathogens-Molasses Soil and Evaluation in Terms of Medical Geology
Eşref ATABEY - Çağrılı Konuşma..... 93

KİLLERİN FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ
Physicochemical Characteristic of Clays 105

BENTONİT ve SİRAL 80 TABANLI HETEROJEN KATALİZÖRLERLE GLİSERİNİN BENZİLASYONU
Benzylation of Glycerol by Bentonite and Siral80 Based Heterogeneous Catalyts
Senem ÇOŞKUN, Mürüvvet YURDAKOÇ, Kadir YURDAKOÇ, Peter CLAUS..... 106

MİKRODALGA UYARIMININ DOĞAL BENTONİTİN YAPISAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ
Microwave Effects on Structural Properties of Natural Bentonite
Selahaddin GÜNER, Ahmet Uğur KAYA, Kadir Esmer, Gamze KÖSEM..... 108

SÜTUNLU KİL DESTEKLİ HPA SÜPER ASİT KATALİZÖR SENTEZİ ve KARAKTERİZASYONU
Pillared Clay Supported HPA Super Acid Catalyst Synthesis and Characterization
Candan KARAEYVAZ, Suna BALCI, Funda TURGUT BAŞOĞLU, Gülce AÇIL SOYAD..... 110

POLİMETİLMETAKRİLAT (PMMA) KATKILI DOĞAL BENTONİTİN DİELEKTRİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ
Investigation of Dielectric Properties of Polymethylmethacrylate Doped Natural Bentonite
Ahmet Uğur KAYA, Kadir Esmer, Selahaddin GÜNER, Elif ÖZCAN..... 112

KİLLERİN JEOTEKNİK ÖZELLİKLERİ
Geotechnical Characteristic of Clay 114

SIKIŞTIRILMIŞ BENTONİT/KUM BARİYERLERİN JEOTEKNİK KARAKTERİZASYONU
Geotechnical Characterization of Compacted Bentonite/Sand Seals
Haluk AKGÜN, Mahir ADA, Mustafa Kerem KOÇKAR..... 115

YAĞCILI KÖYÜ (MANİSA) ve ÇAĞIŞ KÖYÜ (BALIKESİR) İNCE TANELİ ZEMİNLERİN DÜZENLİ KATI ATIK SAHALARINDA KULLANILABİLİRLİĞİ
The Evaluation of Usage of Fine Graded Soils of Yağcılı Village (Manisa) and Çağış Village (Balıkesir) in Sanitary Landfills
Ali Kamil YÜKSEL ve Ahmet ÇONA..... 118

MADEN KANUNU ve KİL
Mining Law and Clay 120

KİLİN MADEN MEVZUATINDAKİ KRONOLOJİSİ
Chronology in the Mining Legislation of Clay
Nusret GÜNGÖR, Behzat Gökçen DEMİR, Mete DOST, Akın AKBULUT..... 121

TOPRAK, TOPRAK MEKANİĞİNDE ve VERİMLİLİĞİNDE KİLLERİN DAVRANIŞI
Behavior of Clays in Soil, Soil Mechanic and Productivity 125

TEKİRDAĞ- IŞIKLAR OVASINDAKİ BAZI TOPRAKLARIN KİL TİPLERİ VE TARIMSAL KULLANIMLARA UYGUNLUK SINIFLARI
The Clay Types of Tekirdag Işiklar Plain Soils and Agricultural Suitability Classes
Duygu Boyraz..... 126

DEĞNEK ve TIRTAR (MERSİN) KÖYLERİNİN ÇEVRESİNDE YER ALAN TERRA-ROSSA TOPRAKLARININ KİL MİNERALOJİSİ VE JEOKİMYASI-İLK BULGULAR
Preliminary Data on Geochemistry and Mineralogy of Clay Fraction from Terra-Rosa Soils Located around the Değnek and Tırtar (Mersin) Villages
Defne KATİPOĞLU, Serkan HAKBİLEN, Serkan KAVAS, Selahattin ÖNER, Ayten ÇAPUTÇU, Fevzi ÖNER..... 127

ÇANAKKALE KENTSEL ELMA BAHÇESİ TOPRAKLARINDA MANGANIN JEOKİMYASAL FRAKSİYONLARI İLE KİL MİKTARI ARASINDAKİ İLİŞKİ
Relationships between Clay Contents and Geochemical Fractions of Manganese in Soils of Çanakkale Urban Apple Orchards
Ali SUNGUR, Mustafa SOYLAK, Yasemin KAVDIR, Engin GÜR, S. Tuğçe EREN..... 129

SERAMİK
Ceramic 136

SERAMİK ÜRETİMİNDE ATIK KEK ve PİŞMİŞ KIRIK ATIKLARINDAN GERİ DÖNÜŞÜM ANLAYIŞIYLA GRANÜL MASSE YAPIMI

Ergün ARDA..... 137

ADIYAMAN BÖLGESİ'NDE TARIM DIŞI ALANLARDAKİ KİL YATAKLARININ KİL MİNERALOJİSİ: TUĞLA-SERAMİK HAMMADDESİ OLARAK DEĞERLENDİRİLME POTANSİYELLERİ
The Clay Mineralogy of Clay Beds in Non-arable Soils in Adıyaman Region: Their Utilisation Potentail as Brick-Ceramic Raw Material
Ahmet ÇELİK, Erhan AKÇA, Yıldız YILDIRIM, Gökhan BÜYÜK, Selim KAPUR..... 139

YERKÖY YÖRESİ (YOZGAT İLİ) KARBONATLI KİLLERİNİN MİNERALOJİK ve TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ İLE BUNLARIN KURU GRANÜLASYON TEKNİĞİ KULLANILARAK SERAMİK HAMMADDESİ BAKIMINDAN UYGUNLUKLARININ ARAŞTIRILMASI
The Investigation of Mineralogical and Technological Features of the Limy Clays from Yerköy Area (Yozgat Province), and Its Suitability as Ceramic Raw Material Using By Dry Granulation Technique
Yasemin ERÇETİN AKYAR, Ş. Can GENÇ, Kağan KAYACI, Cüneyt IŞIK..... 150

BOR BİLEŞİKLERİNİN SERAMİK DÖKÜM ÇAMURLARINDA KULLANIMI

Savaş ELMAS ve Alpagut KARA..... 153

SERAMİK BÜNYE ve SIR REÇETELERİNDE PİROFİLLİT KULLANIMI

H. Serdar MUTLU, Turan UYSAL, Meryem GÖKTAŞ, Murat ERDEMOĞLU..... 155

FARKLI MİNERALOJİK ÖZELLİKLERE SAHİP KİLLLERİN PİŞME DAVRANIŞLARINA ETKİSİ
The Effect of Clays Which Have Different Mineralogical Properties on Their Firing Behaviour
Yıldız YILDIRIM, Çiğdem YİĞİT PALA, Emrah DURGUT, Kağan KAYACI, Hasan ERGİN..... 157

POSTERLER
Posters 166

2010-2015 YILLARI ARASINDA KİLLERİN SERAMİK SANAYİSİNDE KULLANIMININ GELİŞİMİ
Advances on the Use of Clays in Ceramıc Industry Between 2010-2015
Tural AGAYEV ve Ceren KÜÇÜKUYSAL..... 167

TARAMALI ELEKTRON MİKROSKOBU İLE KUMTAŞI ÖRNEKLERİNDE MİNERAL TANIMLAMA ve KİMYASAL ANALİZ KONUSUNDA DENEYSEL BİR ÇALIŞMA
Experimental Study on the Mineralogical and Chemical Analysis of Sandstone Samples by Usıng Scannıng Electron Mıcroscopy
Zeynep AKÇAY, Belayneh GETAHUN, Adam BIFTU, Ceren KÜÇÜKUYSAL..... 169

BURSA İLİ İZNİK İLÇESİ ELBEYLİ KASABASI YÜKSEK DEMİR OKSİT İÇERİKLİ KIRMIZI KİLLERİNİN ÇİNİ SIRLARINDA RENKLENDİRİCİ OLARAK KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI
Investigation of Elbeyli (İznik/Bursa) Regional Red Clay as a Colorant for Pottery Glaze
Aylin AYDIN KAYI, Şahin Selim YAZICI, Ali İSSİ..... 171

KİL MİNERALLERİNİN NANOKOMPOZİTLERDE KULLANIMI VE UYGULAMA ALANLARI ÜZERİNE BİR ÖZET
A Summary on the Use of Clay Minerals for Nanocomposites and Various Fields of Applications
Merve GÜLCAN ve Ceren KÜÇÜKUYSAL..... 180

Cu-, Fe- ve Ag- MODİFİYE BENTONİTLERİNİN TERMAL ve SPEKTROSKOPİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ
Investigation of Thermal and Spectroscopic Properties of Cu-, Fe- and Ag-Modified Bentonites
Aytaç GÜNAL ve Burcu ERDOĞAN ALVER..... 182

KAOLİNİTİK KİL İLAVESİNİN ALUMİNA SERAMİKLERİN MEKANİK DAVRANIŞLARINA ETKİSİ
The Effect of Addition of The Kaolinitic Clay on The Mechanical Behavior of The Alumina Ceramics
Devrim PEKDEMİR..... 184

ASİT İŞLEMİNİN DOĞAL ZEOLİTİN CH_4 ADSORPSİYON KAPASİTELERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ
Influence of Acid Treatment on CH_4 Adsorption Capacities of Natural Zeolite
Meryem SAKIZCI..... 190

DOĞAL VE MODİFİYE SEPİYOLİTİN KARAKTERİZASYONU ve METAN ADSORPSİYONU
Characterization and Methane Adsorption of Natural and Modified Sepiolite
Meryem SAKIZCI ve Mine DURMUŞ..... 191

DEMİR/KROM-KARIŞIK SÜTUNLU BENTONİTLERİN FİZİKOKİMYASAL ve KATALİTİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ULTRASES ISITMA TEKNİĞİNİN ETKİSİ
The Effect of Ultrasonic Heating Technic on Physicochemical and Catalytic Properties Ofiron/Chromium-Mixedpillared Bentonites
Fatma TOMUL..... 192

GÜMÜŞ veya BAKIR EMDİRİLMİŞ Ti-SÜTUNLU KİLLERİN SENTEZİ ve ASİTLİK DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ
Silver or Copper Impregnated Ti-Pillared Layered Clay Synthesis and Determination of Acidity
Funda TURGUT BAŞOĞLU..... 194

FARKLI MİNERALOJİK ÖZELLİKLERE SAHİP KİLLLERİN PİŞME DAVRANIŞLARINA ETKİSİ

The Effect of Clays Which Have Different Mineralogical Properties on their Firing Behavior

Yıldız YILDIRIM[1], Çiğdem YİĞİT PALA[1], Emrah DURGUT[1], Kağan KAYACI[1], Hasan ERGİN[2]

[1]*Kaleseramik A.Ş., Ar-Ge Merkezi, Çan-Çanakkale, Türkiye*

[2]*İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Müh. Böl., Maslak-İstanbul, Türkiye*

ÖZET: Seramik üretiminde kullanılan hammaddelerin içerdikleri minerallerin her birinin bünyeye farklı etkileri vardır. Feldspatlar sinterleşmeyi, dolomit-kuvars kumu iskelet ve gözenekliliği sağlarken, kil mineralleri plastik özellikleri nedeniyle şekillendirmeyi ve ince tane boyutları ile iyi paketlemeyi sağlamaktadır. Ayrıca killeri oluşturan minerallerin seramik ürünlerin üretim aşamasında hazırlanan karışımların reolojik özelliklerine ve pişme davranışlarına etkileri farklıdır. Bu çalışmada, farklı mineralojik özelliklere sahip kil hammaddelerinin seramik üretiminde pişme davranışlarına etkisi araştırılmıştır.

Seramik ürünlerin üretiminde kullanılan killer; kaolinit, mika minerali- illit, muskovit; kuvars, montmorillonit, klorit, karışık tabakalı kil mineralleri gibi farklı minerallerden oluşmaktadır. Bu çalışmada, killerin duvar karosu, yer karosu ve porselen karo pişme şartlarındaki küçülme, su emme, mukavemet, yoğunluk ve renk değerleri yapıda bulunan kuvars, kaolinit illit ve montmorillonit değerlerine göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, montmorillonit miktarı artığında küçülmenin arttığı, kuvars miktarı fazla olan killerde küçülme ve mukavemet değerinin düşük, su emme değerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, kil mineralleri montmorillonit, klorit ve karışık tabakalı kil olan numunelerde kuru mukavemet değeri yüksek olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Killer, Mineralojik Özellikleri, Pişmiş Bünye Özellikleri, Seramik

ABSTRACT: All of the used raw materials have different effects for clay based ceramic bodies. In clay based ceramic production,, the feldspars provide sintering, dolomite, quartz make framework and porosity, as the clays have plastic property, and they provide forming also the clays make good packing as they are composed small particle distribution in ceramic body production. The minerals which form the clays have different effects on rheological properties, plasticity and firing properties. In this study, the aim is investigating of effects the clays which have different minerals on firing features.

The clays which are used in ceramic production include kaolinite, mica, illite, muscovite, quartz, montmorillonite, chlorite and mixed-layer clay minerals. The mineralogical properties of clays effect the technological properties of ceramic products. In this research, the lineer shrinkage, water absorption, density, color values and firing strength proportion are found different in connection with the illite, montmorillonite, kaolinite and quartz minerals. It was measured that lineer shrinkage increased with

increasing montmorillonit minerals. The clays include more quartz minerals have low lineer shrinkage, low strength and high water absorption. Furthermore, the clays which include montmorillonite and mixed-layer clay minerals result in high strength.

Keywords: *The Clays, Mineralogical Properties, Firing Body Properties, Ceramic.*

GİRİŞ

Killer, kayıtlı tarihin başlangıcından beri, özgün kimyasal ve fiziksel özelliklerinden dolayı insanoğluna yararlı, doğada yaygın olarak bulunan ve önemli endüstri kollarının ana hammaddesini oluşturan bir malzemedir. Bu yüzden kompleks fiziksel, kimyasal ve mineralojik karakteristikleri konusunda bir çok araştırma yapılmıştır (Kahraman, 2006, Ferrari ve Gualtieri, 2006, Oytaç, 2011).

Kilin tanımı ilk defa 1546 yılında Agricola tarafından yapılmıştır. Her ne kadar plastiklik, tane boyu ve pişirilince sertleşmeyi içeren esaslar çoğunlukla sabit kalmışsa da, bu tanım o zamandan beri birçok kez değiştirilmiştir. Kil; doğal olarak oluşmuş, ince taneli tabakalı silikat mineralleri içeren, yeterli miktarda su katılınca genellikle plastikleşen ve kuruma veya pişmeyle sertleşebilen malzemedir.

Seramik ürünlerin üretiminde kullanılan killer; kaolinit, mika minerali-illit, muskovit; kuvars, montmorillonit, klorit, karışık tabakalı kil mineralleri gibi farklı minerallerden oluşmaktadır. Yapılarındaki farklı mineraller fiziko-mekaniksel özelliklerini, farklı sıcaklıklarda pişme davranışlarını etkiler.

Killerin birçok alanda kullanılması killer konusunda kapsamlı araştırmaların yapılmasına neden olmuştur.

Ferrari ve Gualtieri (2006) yaptıkları bir çalışmada, illitik killerde illit miktarı arttıkça cam faz yüzdesi ve lineer küçülmenin arttığını ve su emmesinin düştüğünü gözlemişlerdir. İllit içerikli killerde illit miktarı artışı, mullit, kristobalit ve kuvarsın pişmiş üründeki oranını azaltmaktadır ayrıca illitin malzemenin plastiklik özelliğini arttırdığını tespit etmişlerdir

Başka bir çalışmada (Aras, 2004), tarafından; kaolinit ve illitçe zengin killer farklı sıcaklıklarda pişirilip XRD'leri çekilerek pişmiş bünyelerdeki değişiklikler incelenmiştir. Bu değişimde kaolinit, illit ve kuvarsın oranlarının etkisi, ısıl davranışlarının etkisi, pişen ürünlerde feldspatların etkisi araştırılmıştır. Araştırmada üç farklı kil kullanılmış olup kaolence zengin, illit ve kuvarsça zengin ve kaolinit-illit doğal karışımı çalışılmıştır. Müllitin kaolinit zengin bünyelerde kristobalitle birlikte oluştuğunu, ancak illit zengin bünyelerde kristobalit oluşmadığını pişmiş bünyelerde kristalin faz olarak kristobalit, mullit, kuvars ve hematit bulunduğunu belirtmiştir.

Sümer (1997) tarafından; Eskişehir kırmızı kilinin fiziksel özellikleri ve seramik bünyelerde kullanımı incelenmiştir. 1000ºC kırmızı ve 1200ºC'de kahverengi renk vermiştir. Bünye tamamen sinterlenmiş olup su emmesi sıfır bulunmuştur. Özellikle fiziksel özellikler ile döküm özellikleri iyi sonuç vermiş olup standart ürünler elde edilmiştir.

Seramik üretim sürecinde pişirmenin amacı, nihai ürünün bütün geometrik, estetik ve fonksiyonel karakteristiklerini dayanıklı ve kalıcı yapmaktır. Killer pişme sonucunda yeni oluşan minerallere veya amorf/cam dönüşmektedir.

Ancak ham maddelerin davranışlarını açıklamak, birçok farklı

ve çeşitli kompozisyonlar içerdikleri için oldukça zordur. Saf minerallerin kendine özgü karakteristiklerine odaklanmak o hammaddelerin özelliklerine ışık tutmak için daha pratik bir yoldur.

Bu çalışmada, altı farklı kilin mineralojik yapısı tayin edilmiş ve duvar karosu, yer karosu, porselen bünye şartlarında pişmeleri yapılarak teknolojik özellikleri incelenmiştir. Ayrıca pişme değerleri dışında mukavemet ve bulk yoğunluklarının da mineralojik yapısı ile ne ölçüde değiştiği araştırılmıştır.

Killerin pişme davranışlarının minerolojik yapısı ile nasıl değiştiğinin bilinmesi ile kilin kullanıldığı ürünlerde pişirmede oluşan hataların çözümlenmesi, enerji ve zaman sarfiyatının engellenmesi, üretim miktarının artması, istenilen kalitede ve özellikte ürünlerin elde edilmesi amaçlanmaktadır.

MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada farklı özelliklere sahip, killerin öncelikle ham olarak XRD analizleri yapılarak mineralojik yapıları incelenmiştir. Bünyenin kristal yapısını ve oluşumları tespit etmek amacıyla XRD ölçümleri X' Pert Pro MPD 30 mA, 40 kV 0,02 Step Size ile 3- 700 2θ arası taranarak tespit edilmiştir. Daha sonra duvar karosu, yer karosu ve porselen bünye fırın şartlarında pişirilerek hammaddelerin küçülme, su emme, renk değerleri incelenmiştir. Ayrıca mineralojik yapının pişmiş mukavemete olan etkisi de incelenmiştir.

Teknolojik özelliklerini incelemek için kil numuneleri elektrolitsiz su ile ıslatılmıştır. Bir gece bekleyen numuneler, laboratuvar tipi mikserler de açılmıştır. Çamurlar 150µ'luk elekten geçirilerek elek bakiyeleri tanımlanmıştır. 150µm üzeri elek bakiyelerinde numuneleri numunelerde serbest hale geçen tali mineraller hakkında bilgi edinilmiştir. Çalışma yapılan killerde serbest kuvars, feldispat, anatas, organik malzemeler gözlenmiştir.

Elenmiş kil çamurları kurutulduktan sonra öğütülerek % 6 rutubet içerecek şekilde nemlendirilmiş ve her bir kilden 325 kg/cm^2 basınç ile 50*50 mm ebat tabletler basılmıştır. Etüvde 110^{0}C'de 60 dk bekletilerek tabletlerin neminin gitmesi sağlanmış ve duvar karosu, yer karosu, porselen karo şartlarında pişirilmiştir.

Pişirim sonrası killlerin küçülme (ISO 10545-2), renk (Konica minolta) ve su emme (ISO 10545-3) değerlerinin mineralojik yapıları ile nasıl değiştiği incelenmiştir.

- Pişme küçülmesi

Küçülmenin bilinmesi, kuruma ve pişme sırasında malzemenin istenen boyutlarda olabilmesi için kalıp boyutlarının bu küçülmelere göre ayarlanmasına imkan sağlar.

Fırınlanmıs karonun bir kenarı 0.01 mm hassasiyetle ölçülür (L4). Kalıp ölçüsü (L1) ve fırınlanmıs karo kenarı ölçüsünün (L4) farkı alınır, L1 degerine bölünür ve 100 ile çarpılarak pisme boyut degisimi bulunur (Sacmi, cilt 2):

$$\%R=(L_4-L_1)/L_1*100$$

- Mukavemet

Alçı kalıplarda şekillendirilen mukavemet çubukları içerdikleri suyu atmaları için sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulur. Kurutulan numuneler mesnet çubukları üzerine uygun yüzeyi yukarı gelecek şekilde yerleştirilir ve mesnetler arası mesafe ayarlanır. Yükleme çubuğu, mesnet çubukları ortalayacak şekilde yerleştirilir. Uygulanan kuvvet saniyede 1±0,2 N/mm^2'lik bir gerilim artısı sağlayacak şekilde uygulanır. Ortalama değeri

hesaplamak için en az beş kabul edilebilir sonuç alınmalıdır. Kırılma mukavemeti (M), aşağıdaki formülle N/mm^2 olarak hesaplanır. Pişirilen numunelere de benzer bu yöntem uygulanarak tespit edilen veriler aşağıdaki formüle yerleştirilerek pişme mukavemeti bulunur.

$M=(3*F*L)/(2*b*h^2)$

F = çubukların kırıldığı anda uygulanan kuvvet (N)

L = mesnetler arası mesafe (mm)

b = çubuk uzunluğu (mm)

h = deney numunesinin kırılan kenarı üzerinde ölçülen en küçük kalınlığı (mm).

- Su emme deneyi

Su emme pişen ürünün açık gözeneklerine alabildiği su miktarı olarak tanımlanır. Su emmeyi etkileyen faktörler; üründeki malzemelerin plastikliği, hammadde karışımındaki plastik olan ve plastik olmayan malzeme miktarı, şekillendirme yöntemi, kurutma sıcaklığı, pişirme sıcaklığı ve pişirme rejimdir. Pişirme sıcaklığı arttıkça ürünün su emme miktarı azalır. Ürünün su emme miktarı tanımlanırken hangi sıcaklıkta pişirildiği de belirtilmelidir. Su emme deneyi uygulamada, 105°C de numuneler sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulur. Kurutulan numuneler desikatörde soğutulur ve tartım yapılır. Daha sonra numuneler birbirine değmeyecek şekilde damıtık su içine düşey olarak altında ve üstünde 5 cm su bulunacak şekilde yerleştirilir. Su kaynayıncaya kadar ısıtılır ve kaynamaya başladıktan sonra 2 saat daha kaynatmaya devam edilir. Isı kaynağı çekilerek numuneler tamamen suyun içine batırılmış durumda soğumaya bırakılır. Bu işlemin ardından her bir numune tartılır ve sonuçlar kaydedilir. Formül olarak su emmenin hesaplanması şöyledir:

% Su emme= $(m_2-m_1)/m_1*100$

m_1 = Kuru kütlesi (g)

m_2= Su emdirilmiş kütlesi (g).

- Yoğunluk

Pişirilen killerin yoğunluk değerleri civalı porozimetre kullanılarak ölçülmüştür. Pişmiş numune (5*5 cm) ilk olarak cıva üstünde ağırlığı ($C_ü$) ölçülür. Daha sonra aparat yardımıyla numunenin cıva içerisinde askıda ağırlığı (C_a) ölçülür. Aparatın cıva içerisindeki ağırlığı (M_a) da ölçüldükten sonra bulunan değerler Aşağıdaki denklemde yerine konularak bünyelerin ham yoğunlukları (ρ) g/cm^3 cinsinden elde edilir.

$\rho= C_ü/(C_a-M_a)* \rho_{civa}$

Burada, ρ_{civa}; civanın özgül agırlık degerini temsil etmektedir.

Öncelikle killeri karakterize etmek için (XRF Rigaku Marka PW 3020 cihazı) kimyasal analizleri yapılarak Tablo 1 de sunulmaktadır.

Tablo 1. Killerin kimyasal analiz sonuçları

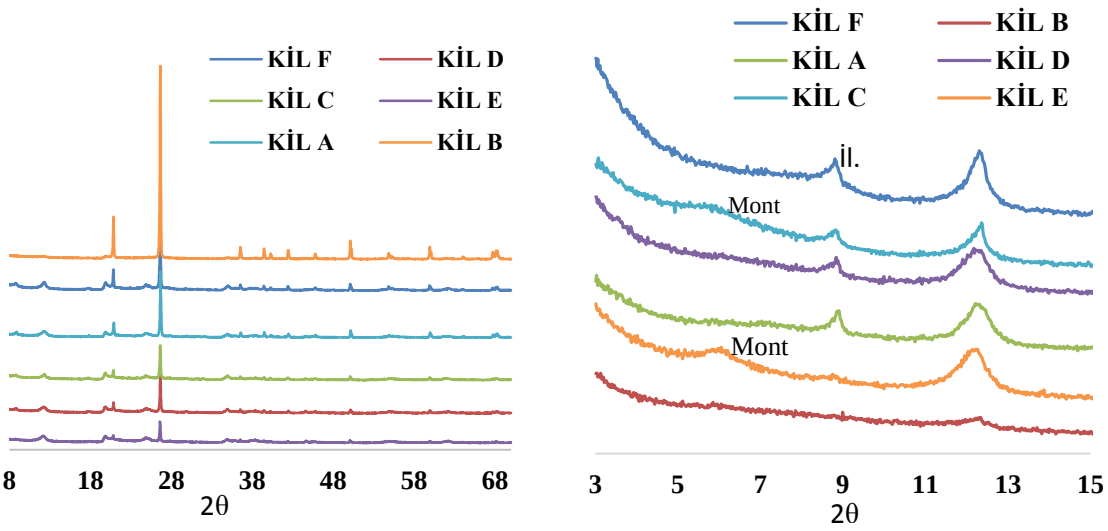
Killer	K.K.	SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O
Kil A	7,57	61,29	24,22	1,23	2,66	0,07	0,57	0,16	2,15
Kil B	3,02	82,14	11,26	1,07	1,41	0,09	0,25	0,05	0,42
Kil C	8,86	54,84	27,27	0,93	3,25	0,68	1,08	0,23	2,49
Kil D	9,06	54,18	29,25	1,16	2,96	0,14	0,78	0,16	2,37
Kil E	11,78	50,24	30,28	1,15	3,76	0,4	0,74	0,2	1,45
Kil F	7,43	59,97	26,63	1,29	0,78	0,3	0,49	0,68	2,11

Kil numunelerinde izlenmesi gereken oksitler SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, K_2O bazı killer için CaO, MgO değerleridir. SiO_2 değerindeki artış, serbest silis değerinin artmasını gösterebilir. K_2O değeri killerde illit miktarı hakkında fikir verebilmektedir. Kimyasal analizde Fe_2O_3 değerinin artması ya da azalması pişme renginin koyulaşması /açılması hakkında fikir vermektedir. MgO/CaO değerleri klorit–montmorillonit grubu mineraller hakkında bilgi verir. Bu minerallerin artması mukavemet değerlerinin artmasını tetikler.

Farklı mineralojik özelliğe sahip altı kilin (kil A, kil B, kil C, kil D, kil E ve kil F) ham olarak XRD analizi yapılarak mineralojik yapıları incelenmiştir. Tablo 2'de kil hammaddelerinin kantitatif XRD sonuçlarını ve Şekil 1'de de XRD analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 2. Kil hammaddelerinin kantitatif XRD sonuçları

Mineraller	Kil A	Kil B	Kil C	Kil D	Kil E	Kil F
Kuvars	25%	63%	20%	23%	18%	17%
Kaolinit	43%	25%	49%	55%	56%	39%
İllit	15%	3%	10%	12%	6%	25%
Klorit	-	-	-	-	4%	-
Montmorillonit	6%	-	13%	-	10%	-
Düzenli Kar. Tabakalı	-	7%	-	-	-	10%
İllit- mont. Karışık Tabakalı	7%	-	-	6%	-	6%
Siderit	+	-	3%	-	-	-
Feldispat	+	+	3%	+	4%	+
Diğer	4%	2%	2%	4%	2%	3%



Şekil 1. Kil hammaddelerinin XRD analiz patternleri.

XRD analizleri sonuçları incelendiğinde belli başlı olanları, Kil B % 63 kuvars, % 25 kaolinit minerali içermekte yapısındaki kuvars miktarı oldukça yüksektir. Kil A illitik-kaolinitik kildir, % 43 kaolinit, % 15 illit, % 6 montmorillonit ve % 7 illit-montmorillonit karışık tabakalı minereli içermektedir. Kil F illitik bir kil olup, yapısında % 39 kaolinit, % 25 illit, % 6 illit montmorillonit karışık tabakalı içermektedir. Kil D illitik-kaolinitik kildir, % 55 kaolinit, % 12 illlit, % 6 illit montmorillonit karışık tabakalar içermektedir. Kil E kaolinit-montmorillonit bileşimli bir kildir, % 56 kaolinit, %10 montmorillonit, % 6 illit %4 klorit minerali içermektedir. Kil C ise kaolinitik-montmorillonit yapıda bir kildir, % 49 kaolinit, % 13 montmorillonit, %10 illit minerali içermektedir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Kimyasal analizleri ve kantitatif mineralojik analizleri yapıldıktan sonra killerin pişme davranışlarını incelemek için Kaleseramik A.Ş. yer, duvar ve granit fabrikalarında pişme deneyleri yapılmıştır. Pişme sonrasında küçülme, su emme, pişmiş mukavemet, bulk yoğunlukları ve renk değerleri ölçülerek, farklı bünye şartlarında pişme davranışları Tablo 3 ve 4'te sunulmaktadır. Her bir kil için pişme sıcaklıkları arttıkça, küçülme değerlerinin arttığı, su emme değerlerinin ise azaldığı görülmektedir.

Tablo 3. Killerin farklı bünye sıcaklıklarında pişme özellikleri.

Hammadde	Kuru Muk. (kg/cm^2)	Duvar Karosu (7 ALT 1135°C 35')			Yer Karosu Pişme (5 ALT 1170°C 43')			GRANİT PİŞME (SITI ALT 1215°C 59')		
		Küçülme (%)	P.Muk. (kg/cm^2)	Su emme (%)	Küçülme (%)	P.Muk. (kg/cm^2)	Su emme (%)	Küçülme (%)	P.Muk. (kg/cm^2)	Su emme (%)
Kil A	12,96	2,9	284,4	12	4,53	393,5	8,8	6,57	486,9	3,9
Kil B	27,5	0	57,7	10,8	0,32	90,2	9,8	0,77	87,7	9,4
Kil C	90,38	8,87	902,9	1	9,28	532,7	0,2	Deformasyon		
Kil D	26,16	6,61	471,9	8,3	10,1	608,9	3,1	11,31	735,7	0
Kil E	56,19	10,94	667,8	3,4	11,47	971,1	0,6	Deformasyon		
Kil F	44,64	4,99	449,7	7,4	7,67	602,1	2,9	8,39	587,3	0,06

Killlerin pişme sonuçları (Tablo 3) incelendiğinde yüksek kuvars miktarına sahip olan Kil B nin küçülmesinin az olduğu görüldü. Swapan ve diğ. (2005) yaptığı bir çalışmada da kaolinit fazı fazla olan killerin küçülme ve yoğunlukları fazla su emmesi düşük gelirken, kuvars miktarı fazla olan killerde küçülme değerlerinin az olduğu görülmüştür.

İllit içerisindeki yüksek alkali içeriğinden dolayı refrakterliği düşürür ve pişmiş bünyede oluşan camsı fazın hacimce yüzdesinde önemli katkı sağlar (Meyers, 2003). İllit geleneksel seramik reçetelerinde kullanılan temel kil fazlarından biridir. Artan illit içeriğiyle ergime sıcaklığı düştüğü için ürün, yüksek camsı faz ve düşük su emmeye sahip olur. Alkali içeriği yüksek olduğu için, bu killer ergitici gibi davranır ve diğer karışımlara nazaran ergime sıcaklığını düşürür (Oytaç, 2011). Yapılan bu çalışmada da illit içeren killerin illit içermeyen Kil B ye göre küçülmelerinin fazla olduğu ve su emmelerinin daha düşük olduğu görülmektedir.

Montmorillonit içeren Kil C ve Kil E'nin kuru mukavemetleri de yüksektir. Bu killer illit fazının yanında % 10-13 arasında montmorillonit içermektedirler. Genellikle montmorillonit yatakları, içerdikleri yüksek plastik kolloidal parçalarla karakterize edilirler. Bu yüzden yüksek plastiklik, ham ve kuru mukavemetine sahiptirler. Ayrıca illitik killere göre küçülmeleri daha fazladır (Sacmi, cilt 1).

Tablo 4. Killerin farklı bünye sıcaklıklarında pişme renkleri.

	Duvar Karosu (7 ALT 1135°C 35')			Yer Karosu Pişme (5 ALT 1170°C 43')			GRANİT PİŞME (SITI ALT 1215°C 59')		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
Kil A	80,58	3,94	19,17	77,81	4,25	23,99	71,28	3,12	24,46
Kil B	74,04	6,04	20,46	72,37	6,05	21,07	70,13	6,42	22,33
Kil C	65,34	6,02	16,15	55,33	4,87	13,7	49,46	1,29	9,3
Kil D	78,38	6,22	20,87	73,29	6,79	25,94	60,82	1,89	19,98
Kil E	73,63	5,69	27,97	70,09	6,16	30,85	52,9	1,58	19,99
Kil F	85,44	2,79	11,44	83,18	2,16	13,07	76,86	0,67	13,41

Ayrıca killer farklı bünye şartlarında pişirildikten sonra renk değerleri ölçülmüş ve mineralojik yapının renk değerlerini ne şekilde etkilediği incelenmiştir (Tablo 4).

Killere pişme sırasında renk veren husus ihtiva ettikleri yabancı maddelerdir. Bu yabancı maddelerin basında demir bileşikleri gelir. Kilde 3 değerlikli demir bileşikleri varsa miktarına göre sarı-kırmızı veya koyu kırmızı renk verir. 2 değerlikli demir bileşikleri gri, koyu gri ve siyah renk verir.

Mangan ve titan bileşiklerinin mevcudiyeti, demir renklendirmesini daha da artırır (Koroglu, 2007). Yapı malzemelerinde renklenmeye neden olan en önemli parametre demirdir. Ancak Al_2O_3, TiO_2, CaO ve MgO gibi diğer oksitler de rengi etkilemektedir (Biçerer, 2008).

Tablo 4'e baktığımızda Fe_2O_3+TiO_2 oranı en fazla olan killerin a ve b değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak, montmorillonit miktarı artınca toplam küçülmenin arttığı, kuvars miktarı fazla olan killerde küçülme ve mukavemet değerinin düşük, su emme değerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, kil mineralleri montmorillonit ve karışık tabakalı kil olan numunelerde ise kuru mukavemet değeri yüksek olduğu görülmüştür. Kaolinitin yüksek olduğu Kil D de pişme mukavemetinin yüksek olduğu görülmektedir, kaolinitin yüksek olduğu diğer Kil C ve Kil E'dir. Ancak bu killerde ayrıca alkali ve demir yüksek olduğu için cam fazla oluşmakta ve dayanım düşmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma Türkiye Cumhuriyeti Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından desteklenen Kaleseramik Ar-Ge Merkezi'nde yapılmıştır.

KAYNAKLAR

Aras, A. 2004. The cahange of phase composition in kaolinite- and illite-rich clay-based ceramic bodies, Applied Clay Science 24, 257-269p.

Biçerer, Ç. 2008. Killerin Pişme Davranışları. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya.

Ferrari, S., Gualtieri, A.F. 2006. The use of illitic clays in the production of stoneware tile ceramics, Applied Clay Science, Volume 32, 73-81p.

Isık, İ., 1996, Kil Ve Kil Minerali Tanımı, AIPEA ve CMS Terminoloji Komitelerinin Ortak Raporu, Seramik Dünyası Dergisi, Temmuz-Agustos, 15 s. (Çeviri).

Kahraman, S. 2006. Yapı tuğlalarında renk oluşumu, KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi, 9(1), 125-128s.

Koroğlu, Ç. 2007. Ağaçlı Bolluca (İstanbul) Yöresel Seramik Killerinin Malzeme Özelliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Meyers Katherina S., Speyer Robert F. 2003. Thermal Analysis of Clays, Handbook of Thermal Analysis and Calorimetry, 2, Elsevier.

Oytaç, Z.E. 2011. Karbonatlı killlerin Duvar ve Yer Karosunda Kullanımı ve Isıl Davranışlarının İncelenmesi. Yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

Sacmi, Uygulamalı Seramik Teknolojisi, Cilt-1. Çeviren: İlker ÖZKAN.

Sacmi, Uygulamalı Seramik Teknolojisi, Cilt-2. Çeviren: İlker ÖZKAN.

Swapan K. D., Kausik D., Nar S. ve Ritwik S. 2005. Shrinkage and strength behaviour of quartzitic and

kaolinitic clays in wall tile compositions, Applied Clay Science 29, 137– 143.

Sümer, G. 1997. Kayakent, Eskişehir Kırmızı Kilinin Fiziksel Özellikleri ve Seramik Bünyelerde Kullanımı, VIII. Ulusal Kil Sempozyumu, DPÜ, Kütahya 337-343 s.