Uluslararası 11th International Eskişehir Eskişehir Pişmiş Terra Toprak Cotta Sempozyumu Symposium

11-24 EYLÜL SEPTEMBER 2017

ESKİŞEHİR TÜRKİYE

BİLDİRİLER KİTABI / *PROCEEDINGS BOOK*

ESKİŞEHİR
TEPEBAŞI BELEDİYESİ

11. Uluslararası
Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu
Bildiriler Kitabı

Eskişehir Tepebaşı Belediyesi yayınıdır.

Tepebaşı Belediyesi Hoşnudiye Mahallesi Şahin Caddesi No: 84 Tepebaşı, Eskişehir

Bildiriler kitabında yer alan her türlü görüş, fikir, bilimsel sav ve alıntılar, teknik tasarımı, tablo ve şekiller, bildiri yazar / yazarlarına aittir ve bunlardan ötürü Eskişehir Tepebaşı Belediyesi sorumlu tutulamaz.

Publication of Eskişehir Tepebaşı Municipality.

Any option(s), idea(s), scientific claim(s) and quotions, tehnical designs, tables and figures taking place in papers in the proceedings book are those of the author(s), for those niether editor(s) nor Tepebaşı Municipality may be held responsible.

11. Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu Bildiri Sunum Programı ve Kitabındaki katkıları için Prof. Dr. Nuran Ay, Prof. Pınar Genç ve Prof. Soner Genç'e, Logo tasarım için Prof. Bilgehan Uzuner'e ve Kitap Tasarımı için Öğr. Gör. Cemalettin Yıldız'a teşekkür ediyoruz.

We would like to express our thanks all to 11th International Eskişehir Terra Cotta Symposium Proceedings and Oral Presentation Program and its Contribution to the Book. Dr. Nuran Ay, Prof. Pınar Genç and Prof. Soner Genç, Prof. Bilgehan Uzuner for designing the logo of Symposium and to Lec. Cemalettin Yıldız for designing the cover and visual of the Symposium.

ISBN: 978-605-81930-0-0

Önsöz

Tarihte imalatı yapılan ilk yapı malzemesi olan pişmiş toprağı, bu yıl 11'incisini düzenlediğimiz Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu ile; bilimsel, sanatsal ve sektörel olarak ele almaktayız. MÖ 4. yüzyılda Babil Kulesi'nin yapımında kullanıldığı bilinen pişmiş toprağın, zamanla endüstriyel bir malzeme olarak kullanımı yaygınlaşmıştır. Anadolu'da Lidyalılar tarafından üretilen pişmiş toprak, Yunanlıların ve Bizanslıların katkılarıyla birlikte Selçuklu dönemi ve Osmanlı dönemine geçişte önemli gelişmelere sahne olmuş ve sonraları, Anadolu'da ve Avrupa'da kullanımı yaygın bir malzeme haline gelmiştir.

Marmara ve Ege bölgesinde Cumhuriyet'le birlikte tuğla- kiremit üretiminde gelişme sağlanmış, ithal makinaların gelmesiyle üretim hız kazanmış, sonraki yıllarda yerli makinelerle de üretim devam etmiştir. Cumhuriyet'in ilk yıllarında Eskişehir'in Tepebaşı bölgesi, bu alanda üretim yapan işletmelerin yoğun olarak bulunduğu bölge olmuş, kent ekonomisine önemli katkı veren bir sektör halini almıştır. Bu yıl 11.yaşına ulaşan ve Eskişehir'de bir gelenek halini alan sempozyum, bir yandan kentin önemli kimliklerinden biri olan tuğla ve kiremit sektörünü sahiplenmektedir.

11'inci Sempozyumda 14-15 Eylül 2017 tarihleri arasında Belediye Meclis Salonu'nda 35 sözel sunum gerçekleşmiş, geçen yıl olduğu gibi bu yıl da Bildiriler, 24'ü Türk 5'i dünyadaki çeşitli üniversitelerden akademisyen olmak üzere 29 hakemin değerlendirmesine sunulmuştur. Daha önceki sempozyumda 389 olan bildiri sayısı, bu yıl 424'ye ulaşmıştır.

İlkini 2001 yılında gerçekleştirdiğimiz Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu, 2002 ve 2003 yıllarında da devam ettikten sonra, zorunlu bir ara verilmiş ve 2010 yılında tekrar düzenlenmeye başlamış ve bugün geleneksel hale gelmiştir.

Gelecek yıllarda da yeni sempozyumları; sanatçıların, üreticilerin ve Eskişehir halkının katkılarıyla sürdüreceğiz.

Yeni sempozyumlarda buluşmak dileğiyle, sempozyuma katkı veren herkese teşekkür ederim.

Dt. Ahmet ATAÇ
Eskişehir Tepebaşı Belediye Başkanı

Aşağıdaki kurumlara katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

- ***T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı***
- ***T.C. Eskişehir Valiliği***
- ***Eskişehir Büyükşehir Belediyesi***
- ***Odunpazarı Belediyesi***
- ***Anadolu Üniversitesi***
- ***Osmangazi Üniversitesi***

I would like to express my thanks to the institutions below for their contributions.

- *T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı*
- *T.C. Eskişehir Valiliği*
- *Eskişehir Büyükşehir Belediyesi*
- *Odunpazarı Belediyesi*
- *Anadolu Üniversitesi*
- *Osmangazi Üniversitesi*

Aşağıdaki destekçilere katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

- ***Başak Çatı ve Cephe Sistemleri***
- ***Neoplus Outlet ve Yaşam Merkezi***
- ***Eti***
- ***Polimeks Holding***
- ***Ramada Encore***
- ***Europen***
- ***Özsoy İnşaat***
- ***Kartallar Holding***
- ***Aydoğanlar İnşaat***
- ***Özlem Grup***
- ***Maş Magnezit A.Ş.***
- ***Otokoç***
- ***Selka Grup***
- ***Müpasan Mimarlık Mühendislik***
- ***Cassaba Modern***
- ***Modernity***
- ***Eldem***
- ***Can Yapı***
- ***Özdilek***
- ***Mado***
- ***JMS-Jamak***
- ***Beril Endüstriyel Ürünler Mühendislik Ticaret Ltd. Şti.***
- ***Cemil Nazlı İnşaat***
- ***Antricot Bistro***
- ***Philips***
- ***Eskişehir Ticaret Borsası***
- ***Arte Fabbro***
- ***Toraman İnşaat***
- ***Zamane Meyhane***
- ***Memphis Pub***
- ***Sekiz Yatık Döner***
- ***Özel Ümit Hastaneleri***

I would like to express my thanks to the institutions below for their contributions.

- *Başak Çatı ve Cephe Sistemleri*
- *Neoplus Outlet ve Yaşam Merkezi*
- *Eti*
- *Polimeks Holding*
- *Ramada Encore*
- *Europen*
- *Özsoy İnşaat*
- *Kartallar Holding*
- *Aydoğanlar İnşaat*
- *Özlem Grup*
- *Maş Magnezit A.Ş.*
- *Otokoç*
- *Selka Grup*
- *Müpasan Mimarlık Mühendislik*
- *Cassaba Modern*
- *Modernity*
- *Eldem*
- *Can Yapı*
- *Özdilek*
- *Mado*
- *JMS-Jamak*
- *Beril Endüstriyel Ürünler Mühendislik Ticaret Ltd. Şti.*
- *Cemil Nazlı İnşaat*
- *Antricot Bistro*
- *Philips*
- *Eskişehir Ticaret Borsası*
- *Arte Fabbro*
- *Toraman İnşaat*
- *Zamane Meyhane*
- *Memphis Pub*
- *Sekiz Yatık Döner*
- *Özel Ümit Hastaneleri*

Düzenleme Kurulu / Organization Committee

Dt. Ahmet Ataç .....Tepebaşı Belediye Başkanı
M. Melih Savaş.....Tepebaşı Belediye Başkan Yardımcısı
Prof. Bilgehan Uzuner .....Anadolu Üniversitesi
Prof. Pınar Genç .....Anadolu Üniversitesi
Prof. Soner Genç.....Anadolu Üniversitesi
Prof. Erol İpekli .....Anadolu Üniversitesi
Prof. Dr. Nuran Ay.....Anadolu Üniversitesi
Prof. Dr. Sabiha Koca.....Osmangazi Üniversitesi
Yard. Doç. Oya Uzuner.....Anadolu Üniversitesi
Yard. Doç. Sadettin Aygün.....Anadolu Üniversitesi
Yard. Doç. Ekrem Kula.....Anadolu Üniversitesi
Yard. Doç. Semih Kaplan .....Anadolu Üniversitesi
Öğr. Gör. Özgür Kaptan .....Anadolu Üniversitesi
Öğr. Gör. Cemalettin Yıldız .....Anadolu Üniversitesi
Öğr. Gör. S. Veysel Özel.....Afyon Kocatepe Üniversitesi
Serkan Şengül .....Tepebaşı Belediyesi Kültür ve Sosyal İşler Müdürü
Betül Erşan.....Dış İlişkiler Müdürlüğü
Özcan Erkaya….....Basın Yayın ve Halkla İlişkiler Müdürlüğü
Murat Çevik.....Kültür ve Sosyal İşler Müdürlüğü
Beyza Kasdemir.....Kültür ve Sosyal İşler Müdürlüğü
Ezgi Gedik.....Kültür ve Sosyal İşler Müdürlüğü
Gülşah Boztopraklı .....Başak Tuğla Kiremit Sanayi A.Ş. Halkla İlişkiler Sorumlusu

Bilim Kurulu / Academic Committee

Prof. Soner Genç.....Anadolu Üniversitesi
Prof. Pınar Genç .....Anadolu Üniversitesi
Prof. Bilgehan Uzuner .....Anadolu Üniversitesi
Prof. Süleyman Aydan Belen .....Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi
Prof. Sevim Çizer.....Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Candan Dizdar Terwiel .....Hacettepe Üniversitesi
Prof. Dr. İsmail Yardımcı .....Uşak Üniversitesi
Prof. Dr. Nuran Ay.....Anadolu Üniversitesi
Prof. Dr. Bekir Karasu.....Anadolu Üniversitesi
Prof. Dr. Münevver Çakı.....Anadolu Üniversitesi
Prof. Anna Calluori Holcombe.....Florida Üniversitesi
Prof. Joann Schnabel.....Northern Üniversitesi
Prof. Hanaa Adres .....Mısır Helwan Üniversitesi
Doç. Buket Acartürk.....Sakarya Üniversitesi
Doç. Burcu Öztürk Karabey .....Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi
Doç. Sukumarl Leksawat (Tuk Sukumarl) .....Chulalongkorn Üniversitesi
Doç. Dr. Keriman Pekkan.....Dumlupınar Üniversitesi
Yrd. Doç. Oya Uzuner.....Anadolu Üniversitesi
Yrd. Doç. Sadettin Aygün .....Anadolu Üniversitesi
Yrd. Doç. F. Betül Demir Karakaya .....Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi
Yrd. Doç. Candan Güngör.....Dokuz Eylül Üniversitesi
Yrd. Doç. Semih Kaplan.....Anadolu Üniversitesi
Yrd. Doç. Fatih Karagül.....Çanakkale 18 Mart Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Göktuğ Günkaya .....Anadolu Üniversitesi
Yrd.Doç.Dr. Emrah Dölekçekiç.....Anadolu Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Erhan Ayas.....Anadolu Üniversitesi
Yrd.Doç.Dr. İrfan Töre.....Anadolu Üniversitesi
Yrd. Doç. İsmail Özgür Özer.....Anadolu Üniversitesi
Dr. Julie Bartholomew .....Avusturalya Ulusal Üniversitesi

Bildirisi Basılan Katılımcılar

Tuna Aydın
Abdülkadir Yorgun
Nihal Derin Coşkun
Veli Uz
Ali İssi
Selvin Yeşilay
Nermin Kuşcu
Güray Kaya
Ayşe Selcen Şahin
İskender Işık
Cumhur Eren Işık
Bektaş Uz
Gürsel Yanık
Murat Bayazit
Uzman Akarcan Güngör
Ayşe Balyemez
İrem Nur Gamze Şimşek
Bekir Karasu
Berkay Yazırlı
Ece Giray
Ezgi Akkaşoğlu
Eda Taşçı
Keriman Pekkan
Murat Ispalarlı
Ensar Taçyıldız
Halil İbrahim Çakır
Esra Köseaydın Gül
Selçuk Özkan
Nergis Kılınç Mirdalı
Filiz Öztürk
Göktuğ Günkaya
Amaneh Manafidizaji
Mustafa Koçer
Nurettin Gülaçtı
Meryem İçenli
Münevver Bağır
Özgür Kaptan
Öznur Yıldırım
Canan Güneş
Münevver Çakı
Senem Aker Ensari
Serçin Dinçer
Sinem Aksan
Sezgin Aksan
Soner Genç
Kübra Nur Hasçelikoğlu
Emre Koç
Elçin Telli
Fatma Gizem Öz
Özge Tan
Sibel Keler Kılıç
Ergün Oruç
Suna Çetin
Mert Topçu
Şerife Yalçın Yastı
Dana Salahaldin Shareef Alsalihi
Ahmet Şahin
Taylan Doğan
Çiğdem Paksoy
Muhammet Emre Vanlıoğlu
Esra Öztürk Razi
Pınar Genç

Oturum Başkanları

Prof. Dr. Nuran Ay
Prof. Pınar Genç
Prof. Dr. Münevver Çakı
Doç. Dr. Keriman Pekkan
Doç. Dr. Veli Uz
Yrd. Doç. Sadettin Aygün
Yrd. Doç. Oya Uzuner
Yrd. Doç. Ekrem Kula

Sergiler

İbrahim Demirel "Pişmiş Toprak Fotoğraf Sergisi"
Sempozyum Sanatçıları Seramik Sergisi
Hasan Şahbaz Seramik Sergisi
Mart Sanat Galerisi Mutlu Başkaya Seramik Sergisi

Katılımcı Sanatçılar

1. Hosik Bang .....Güney Kore
2. Thatree Muangekaew .....Tayland
3. Kenichi Harayama.....Japonya
4. Judith Püschel .....Almanya
5. Christine Lübge.....Almanya
6. Penelope Vallejo.....İspanya
7. Kaan Canduran .....Ankara
8. Vedat Kacar.....İzmir
9. Aysun Çölbayır Diniz.....Bursa
10. Nurtaç Çakar .....Van
11. Nurdan Arslan .....İstanbul

İçindekiler

1. OTURUM

PORCELAIN GLAZES
Ece GİRAY, Bekir KARASU *11*

PORSELEN SIRLARI
Ece GİRAY, Bekir KARASU 29

THE USE OF ÇAYIRHAN THERMAL POWER PLANT ASHES IN TRANSPARENT AND MATTE GLAZE COMPOUNDS
Öznur YILDIRIM, Canan GÜNEŞ, Münevver ÇAKI *47*

ÇAYIRHAN TERMİK SANTRAL KÜLÜNÜN SAYDAM VE MAT SIR BİLEŞİMİNDE KULLANIMI
Öznur YILDIRIM, Canan GÜNEŞ, Münevver ÇAKI 59

THE SEARCH ON THE USE OF AVANOS CLAY WITHIN THE STRUCTURE OF PLASTIC CLAY, SLIP, COLOR AND GLAZE (1000 °C, 1200 °C)
Soner GENÇ, F. Gizem ÖZ, Özge TAN, Sibel KELER KILIÇ, Ergün ORUÇ *71*

AVANOS ÇAMURUNUN, PLASTİK ÇAMUR, ASTAR, BOYA VE SIR BÜNYESİNDE KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI (1000 °C, 1200 °C)
Soner GENÇ, F. GizemÖZ, Özge TAN, Sibel KELER KILIÇ, Ergün ORUÇ 91

INVESTIGATION OF EVALUATED AS BODY FOR RAKU FIRING OF KONYA CUKURCİMEN POTTERY CLAY.
Şerife Yalçın Yastı, Ahmet Şahin *111*

KONYA ÇUKURÇİMEN ÇÖMLEKÇİ KİLİNİN RAKU PİŞİRİMLERİ İÇİN BÜNYE OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİNİN ARAŞTIRILMASI
Şerife Yalçın Yastı, Ahmet Şahin 123

2. OTURUM

USE OF RUG MOTIFS USED IN RUG WEAVING IN ANATOLIA ON CERAMIC SURFACES
Nurettin GÜLAÇTI, Münevver BAĞIR *135*

ANADOLUDA'Kİ KİLİM DOKUMACILIĞINDA KULLANILAN MOTİFLERİN SERAMİK YÜZEYLERİNDE KULLANILMASI
Nurettin GÜLAÇTI, Münevver BAĞIR 145

THE APPLICATION OF DIFFERENT SLIPS ON COLORFUL STRUCTURES IN NAKED RAKU FIRING TECHNIQUE
Soner GENÇ, Kübra Nur HASÇELİKOĞLU, Emre KOÇ *155*

NAKED RAKU PİŞİRİM TEKNİĞİNDE FARKLI ASTARLARIN, RENKLİ BÜNYELER ÜZERİNDE UYGULANMASI
Soner GENÇ, Kübra Nur HASÇELİKOĞLU, Emre KOÇ 169

A GROUP OF ARCHITECTURAL TERRACOTTAS (DISCOVERED IN 2014 AND 2015) FROM THE SANCTUARY OF ZEUS LEPSYNOS AT EUROMOS
Taylan DOĞAN *183*

EUROMOS ZEUS LEPSYNOS KUTSAL ALANINDA (2014 VE 2015 YILLARINDA) ELE GEÇEN BİR GRUP MİMARİ TERRA KOTTA
Taylan DOĞAN 201

3. OTURUM

THE EFFECTS OF KARACASU POTTERY CLAY ON THE AVENTURİNE GLAZE PROPERTIES
Ensar TAÇYILDIZ, Halil İbrahim ÇAKIR *219*

KARACASU ÇÖMLEKÇİ KİLİNİN AVENTURİN SIR ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ
Ensar TAÇYILDIZ, Halil İbrahim ÇAKIR 229

THE EFFECT OF NEPHELINE SYENITE USAGE AS THE ALTERNATIVE RAW MATERIALS IN THE PRODUCTION OF CERAMIC FLOOR TILE
Abdulkadir YORGUN, Tuna AYDIN *239*

SERAMİK YER KAROSU ÜRETİMİNDE ALTERNATİF HAMMADDE OLARAK NEFELİNLİ SİYENİT KULLANIMININ BÜNYE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ
Abdülkadir YORGUN, Tuna AYDIN 247

WALL TILE GLAZES
Berkay YAZIRLI, Bekir KARASU *257*

DUVAR KAROSU SIRLARI
Berkay YAZIRLI, Bekir KARASU 273

CERAMIC CLAYS CONTAINING FRIT
Soner GENÇ Elçin TELLİ *289*

FRİT (SIRÇA) KATKILI SERAMİK ÇAMURLARI
Soner GENÇ, Elçin TELLİ 305

EFFECTS OF DIOPSIDE PHASE APPLICATION ON THE PORCELAIN TILE SURFACE
Nihal Derin Coşkun, Veli Uz, Ali İssi1, Selvin Yeşilay, Nermin Kuşcu, Güray Kaya, Ayşe Selcen Şahin *321*

DİOPSİT FAZI UYGULAMASININ PORSELEN KARO YÜZEYİNDE ETKİLERİ
Nihal Derin Coşkun, Veli Uz, Ali İssi1, Selvin Yeşilay, Nermin Kuşcu, Güray Kaya, Ayşe Selcen Şahin 329

4. OTURUM

UTILISATION OF PHOSPHORESCENT PIGMENTS PREPARED BY DRY MIXING AND SOLID STATE SINTERING METHOD ON GLAZES FOR WHITE EARTHENWARE BODY
Münevver ÇAKI, Bekir KARASU *337*

KURU KARIŞTIRMA VE KATI HAL SİNTERLEME YOLUYLA HAZIRLANMIŞ FOSFOR IŞIL PİGMENTLERİN AKÇİNİ ÜRÜN DEKOR SIRINDA DEĞERLENDİRİLMESİ
Münevver ÇAKI, Bekir KARASU 347

BRICKS AND ROOF TILES
Ezgi AKKAŞOĞLU, Bekir KARASU *357*

TUĞLA VE KİREMİT
Ezgi AKKAŞOĞLU, Bekir KARASU 377

DOG" AS AN ILLUSTRATIVE EXPRESSION IN THE ART OF CERAMICS
Senem Aker Ensari *397*

SERAMİK SANATINDA FİGÜRATİF BİR ANLATIM OLARAK "KÖPEK"
Senem Aker Ensari 413

CHARACTERIZATION OF BİLECİK/OSMANELI REGION'S CLAY
Ali İssi, Veli Uz, Nihal Derin Coşkun, İskender Işık, Cumhur Eren Işık, Ayşe Selcen Şahin *427*

BİLECİK/OSMANELİ BÖLGESİ KİLİNİN KARAKTERİZASYONU
Ali İssi, Veli Uz, Nihal Derin Coşkun, İskender Işık, Cumhur Eren Işık, Ayşe Selcen Şahin 435

AN INTERDISCIPLINARY APPROACH IN SCIENCE: ARCHAEOMETRICAL APPLICATIONS FOR CERAMICS
MURAT BAYAZİT, İSKENDER IŞIK, VELİ UZ, NİHAL DERİN COŞKUN, ALİ İSSİ *443*

BİLİMDE DİSİPLİNLER ARASI BİR YAKLAŞIM: SERAMİKLER İÇİN ARKEOMETRİK UYGULAMALAR
MURAT BAYAZİT, İSKENDER IŞIK, VELİ UZ, NİHAL DERİN COŞKUN, ALİ İSSİ 449

5. OTURUM

PROBLEMS AND SOLUTION METHODS IN THE PRODUCTION PROCESSES OF SANITARY WARE PRODUCTION
Esra KÖSEAYDIN GÜL, Selçuk ÖZKAN, Nergis KILINÇ MİRDALI *455*

SAĞLIK GEREÇLERİ ÜRETİM SÜREÇLERİNDE KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ
Esra KÖSEAYDIN GÜL, Selçuk ÖZKAN, Nergis KILINÇ MİRDALI 477

SUSTAINABLE AKÇAOVA POTTERY
Filiz Öztürk *501*

SÜRDÜRÜLEBİLİR AKÇAOVA ÇÖMLEKÇİLİĞİ
Filiz Öztürk 513

APPLICATION OF ELECTROFORMING AS AN ALTERNATIVE DECORATING TECHNIQUE ON TO THE ARTISTIC CERAMICS
Göktuğ GÜNKAYA, Amaneh MANAFIDIZAJI *525*

SANATSAL SERAMİK ÜZERİNE ALTERNATİF DEKOR YÖNTEMİ OLARAK ELEKTROKAPLAMANIN UYGULANMASI
Göktuğ GÜNKAYA, Amaneh MANAFIDIZAJI 537

INVESTIGATING (Fe2O3)-Na2O-B2O3-SiO2 (Fe-NBS) GLAZING SYSTEMS FOR FAST FIRING FLOOR TILES
Keriman Pekkan, Mustafa Koçer, Eda Taşçı *549*

HIZLI PİŞİRİM YER KAROLARI İÇİN (Fe2O3)-Na2O-B2O3-SiO2 (Fe-NBS) SIR SİSTEMLERİNİN ARAŞTIRILMASI
Keriman Pekkan, Mustafa Koçer, Eda Taşçı 559

6. OTURUM

USING OF SIMAV PEGMATITES IN CERAMIC
Veli Uz, Nihal Derin Coşkun, Ali İssi, Ayşe Selcen Şahin, Bektaş Uz, Gürsel Yanık *571*

SİMAV PEGMATİTLERİNİN SERAMİKTE KULLANIMI
Veli Uz, Nihal Derin Coşkun, Ali İssi, Ayşe Selcen Şahin, Bektaş Uz, Gürsel Yanık 583

THE COLOR IDENTITIES THAT OCCUR AS A RESULT OF THE IMITATION OF OTHER MATERIALS IN CERAMICS
Ayşe BALYEMEZ *595*

SERAMİKTE BAŞKA BİR MALZEMENİN TAKLİDİ SONUCU ORTAYA ÇIKAN RENK KİMLİKLERİ
Ayşe BALYEMEZ 607

SANITARYWARE GLAZES FROM PAST TO PRESENT TIME
Bekir KARASU, İrem Nur Gamze ŞİMŞEK *619*

GELENEKTEN GELECEĞE SERAMİK SAĞLIK GERECİ SIRLARI
Bekir KARASU, İrem Nur Gamze ŞİMŞEK 629

PREPARING CASTING CLAY WITH KINIK POTTERY CLAY AND VITREOUS CHINA CLAY
Soner GENÇ, Esra ÖZTÜRK RAZİ, Pınar GENÇ *639*

KINIK ÇÖMLEKÇİ ÇAMURU ve VİTRİFİYE ÇAMURU İLE KIRMIZI DÖKÜM ÇAMURU HAZIRLANMASI
Soner GENÇ, Esra ÖZTÜRK RAZİ, Pınar GENÇ 659

7. OTURUM

PRELIMINARY RESULTS OF AN ARCHAEOMETRICAL STUDY ON RED BROWN WASH WARE SAMPLES FROM THE UPPER TIGRIS REGION
Murat BAYAZİT, İskender IŞIK, Akarcan GÜNGÖR, Ali İSSİ *679*

YUKARI DİCLE BÖLGESİ'NDE ELE GEÇEN KIZIL KAHVE BOYA ASTARLI SERAMİK ÖRNEKLERİ ÜZERİNDE YAPILAN ARKEOMETRİK BİR ÇALIŞMANIN ÖN SONUÇLARI
Murat BAYAZİT, İskender IŞIK, Akarcan GÜNGÖR, Ali İSSİ 687

DEVELOPMENT OF PHOSPHORESCENT VIOLET/PURPLE GLAZES ON TRADITIONAL GLAZED TILES
Eda Taşçı, Keriman Pekkan, Murat Ispalarlı, Bekir Karasu *695*

GELENEKSEL ÇİNİ KAROLARINDA FOSFORESANS ETKİLİ EFLATUN/MOR SIRLARIN GELİŞTİRİLMESİ
Eda Taşçı, Keriman Pekkan, Murat Ispalarlı, Bekir Karasu 701

THE APPLICATION OF SYMBOLS AND STAMP SEALS USED IN HITTITE ART: AN AESTHETIC FACTOR IN VISUAL ARTS
Nurettin GÜLAÇTI, Meryem İÇENLİ *707*

HİTİT SANATINDA KULLANILAN SEMBOL VE MÜHÜRLERİN GÖRSEL SANATLAR ALANINDA ESTETİK BİR UNSUR OLARAK KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI
Nurettin GÜLAÇTI, Meryem İÇENLİ 719

INTERPRETATION OF OTTOMAN COPPER COINS WITH BIRD FIGURES ONCERAMIC FORMS AND SURFACES
Ensar TAÇYILDIZ, Serçin DİNÇER *731*

KUŞ FİGÜRLÜ OSMANLI MANGIRLARININ SERAMİK FORM VE YÜZEYLERDE YORUMLARI
Ensar TAÇYILDIZ, Serçin DİNÇER 743

EFFECTS OF INTERNATIONAL ESKIŞEHIR TERRACOTTA SYMPOSIUM ON CERAMIC EDUCATION
Özgür KAPTAN *755*

ULUSLARARASI ESKİŞEHİR PİŞMİŞ TOPRAK SEMPOZYUMU VE SERAMİK EĞİTİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ
Özgür KAPTAN 763

8. OTURUM

RESEARCH ON EFFECTS OF BOYABAT (SINOP) BASALT ON CERAMIC MUD
Suna ÇETİN, Mert TOPÇU *773*

BOYABAT (SİNOP) BAZALTININ SERAMİK ÇAMURUNDAKİ ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI
Suna ÇETİN , Mert TOPÇU 781

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF CEMENT RAW MIX WASTE DUST ON THE PORCELAIN TILE PROPERTIES
Tuna AYDIN, Cigdem PAKSOY *789*

ÇİMENTO FARİN HAVALANDIRMA ATIK TOZUNUN PORSELEN KARO BÜNYELERİNİN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ
Tuna AYDIN, Cigdem PAKSOY 797

THE EFFECT OF ZEOLITE AS AN ALTERNATIVE RAW MATERIAL IN CERAMIC FLOOR TILE
Muhammet Emre VANLIOGLU, Tuna AYDIN *807*

SERAMİK YER KAROSU BÜNYELERİNDE ALTERNATİF HAMMADDE OLARAK ZEOLİT KULLANIMININ BÜNYE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ
Muhammet Emre VANLIOGLU, Tuna AYDIN 815

DAQUQ (TAWUQ) TOWN OF KIRKUK PROVINCE POTTER'S CLAY AND ITS CHARACTERISATION
Şerife YALÇIN YASTI , Dana Salahaldin Shareef ALSALİHİ *823*

KERKÜK VİLAYETİ DAKUK KASABASI ÇÖMLEKÇİ KİLİ VE KARAKTERİZASYONU
Şerife YALÇIN YASTI , Dana Salahaldin Shareef ALSALİHİ 835

CHARACTERIZATION OF ÇANKIRI KALFAT FELDSPARS AND ITS UTILIZATION IN MANUFACTURING PORCELAIN TILE
İskender IŞIK, Sinem AKSAN, Sezgin AKSAN *849*

ÇANKIRI KALFAT YÖRESİ FELDSPATLARININ SERAMİK SEKTÖRÜNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN ÖN ARAŞTIRMASI
İskender IŞIK, Sinem AKSAN, Sezgin AKSAN 857

Ece GİRAY[1], Bekir KARASU[2]

[1]Anadolu University, Faculty of Engineering, Chemical Engineering, Eskişehir/TURKİYE
[2]Anadolu University, Faculty of Engineering, Materials Science and Engineering, Eskişehir/TURKİYE

Abstract
Porcelain is an aesthetic product, which has an important place amongst the ceramics, and generally white, semi–transparent when it is thinned, mostly covered with a colourless and transparent glaze, waterproof, resistant to strong bases and abrasives other than hydrofluoric acid. The vitreous layer formed by grinding raw materials of a certain composition and formed as a result of firing on the ceramic body is called glaze. Modern glazes used in today's ceramics are mixtures of boron and silica compounds. The glazes prepared to provide covers on the ceramic surfaces must possess a number of properties like chemical resistance to acid and water, to scratches, to capillary crazing, to flaking and to other glaze defects, having decorative appearance like crystal texture and various tonal variations and maturation ability at certain temperatures. In this article, general information about porcelain glazes will be given and the recent developments will be summarized.
Keywords: Porcelain, Glaze, History, Development.

1. INTRODUCTION

Porcelain is a ceramic product known as delicate, elegant, transparent, white and expensive. It is produced by the hardest clay to work with, and requires great care at every stage of firing and production [1]. There are certain steps in the production of ceramic tableware: manual forming on rotating wheel, sludge casting, plastic pressing, injection moulding, etc., drying, rubbing, biscuit firing, finally the application of glaze and decoration. Today, most of them are glazed after biscuit firing. In the final stage, ceramics are decorated with various metal oxides and subjected to final firing [2]. Porcelain surfaces are glazed in order to;

- provide aesthetically bright and attractive appearance,
- supply hygiene because of their usages for eating and drinking needs,
- give ease of cleanability,
- diversify decorating possibilities and,
- increase the chemical resistance of the product against external influences [3].

Ceramic production technology is progressing rapidly on every passing day, and glaze technologies continue to be developed.

2. THE HISTORY OF PORCELAIN

Porcelain's homeland is China, where firstly alkali–based and leaded glazes were made and then, they were coloured and diversified [4]. The Chinese used white and plastic soil called Paingo, Pai–tu or Ngo–tu with a stone containing feldspar, quartz and fine–grained mica named Tun and Petunse as raw materials for porcelain production. Porcelain dough had been

rested for a long time to make it reached to desired plasticity [5]. The reason for the matte–gloss character of Chinese porcelain is the application of glaze as few layers in varying transparency.

Figure 1. Some ancient Chinese porcelain [6].

During the period of dynasties in China, there had been major developments in ceramics and strong ceramics tradition. In the Zhou Period, glazes from the molten wood ash were obtained at 1200–1300 °C. The Han period's ceramic goods were covered with soft, lead–silicate glazes in green or brown colours. 'Yueh Works' porcelain–like works covered with celadon glaze from green to grey–green tones were widely used in religious rituals with the effect of traditional buddhist culture. After Tang Dynasty (A.D. 618–907), production was carried out at high furnace temperatures and this phenomenon was accepted as the peak of porcelain production. The porcelain produced was extremely hard, bright white one with semi–transparent appearance and vitrification. It is thought that was due to the uses of white kaolin and feldspar fired at high temperature. In the Southern Song Period (A.D. 960–1279), porcelain samples covered with smooth, ivory–coloured glazes called 'Ding ware' were encountered. Also in this period, perfect porcelain products were emerged after being glazed with Longquan celadons. So, lustrous and smooth surfaced shiny, aquamarine glazes and matte–blue green colours were achieved. In the Yuan Dynasty (A.D. 1279–1368), egg shells white, in the Ming Period (A.D.1368–1644) monochromatic white porcelains, red glazes obtained as a result of firing copper oxide in reducing atmosphere and most attractive under glaze decorated blue–white objects were produced. In the Qing Dynasty (A.D. 1644–1912), glazed porcelains were whiter and smoother when compared to those of the Ming Period. Many colour patterns were obtained during the Qing Period and the porcelain exportation started to Europe [7].

(a) **(b)**

Figure 2. (a) Ding ware, clover shaped white tableware (Song Period), (b) David vase, underglaze cobalt decorated blue–white porcelain (Ming Period, 1351) [7].

Figure 3. Chinese porcelains used for different purposes [6].

Figure 4. Some examples of Japanese porcelains [6].

Beautiful and elegant Chinese and Japanese porcelains were brought from Asia to Europe when the commercial relationships started. The European kings straggled with one another in order to sort out secrecy of porcelain kept unknown by Asian [5, 8]. In 1580 Medici in Florence produced semi–transparent body and named it porcelain. However, this one made by white firing clays and frit was not really Chinese porcelain. Soft porcelain had been spread to France, Italy and England until hard porcelain secret (real porcelain) was learnt.

Augustus II of Sachen and Poland King desired to produce porcelain in Sachen and proposed a job to young alchemist Johann Frederich Böttger. Augustus thought that if Böttger would be able to discover the secret of converting basic metals to gold they became very wealthy. Although he paid for his works, in realty he was keeping Böttger as a prisoner under his authority. Böttger became unsuccessful and the king put him in jail of Meissen Castle near Dresden.

In 1706 Sachen aristocrat Von Tschirnhaus had the king permission for Böttger to help him. Böttger could be only able to produced red stoneware which has hardness leaning to jeweller's wheel cutting action only. During that time kaolin reserves resembling to Chinese ones were found in Sachen. In 1709 Böttger had finally developed real hard porcelain using these newly found kaolin source. After that, Meissen porcelain factory was established. Production secret of porcelain was securely kept for a while but in 1978 it was moved in Vienna by an escapee worker of Meissen factory. Here, porcelain production in baroque style was made under the authority of Claude du Paquier. Other hard porcelain manufacturers had been supported by German laws. Some of relevant porcelain factories were Berlin, Höchst, Frankental, Nymphenburg, Ludwigsburg and Furstenberg. In the meantime, soft porcelain

factories skipped to France, Italy and England. Main French factories were St–Cloud, Vincennes, Sevres, Chantily and Mennecy–Villeroy. Vincennes and its successor were under the protection of Sevres King 14. and 15. Louis. Other factories were also supported by lower level aristocrats. King's factory became successful in evaluating gold in porcelain decoration. Sevres factory started to produce hard porcelain in France and continued its production and ended soft porcelain production when reached to 1800's. Soft porcelain producing factories in Italy were Doccia, Venice, Capo di Monte and others. Capo di Monte was established in 1743 by Naples King Charles III and then transferred to Madrid in 1759 when the king acceded to the throne in Spain. European factories were generally supported by kings and aristocrats. First English porcelain factory was erected in 1745 in Chelsea and developed by Nicholas Sprimont (a French silversmith) interest. The best porcelain of its time was produced here from the beginning of factory establishment to its closure in 1769. Magnificent hard porcelain glazes were made in Denmark in the last quarter of 18. century [2, 5]. Seger formulations of porcelain glazes were determined and being brought to our time without any alterations [4].

Figure 5. French porcelains [6].

Figure 6. English porcelains [6].

Figure7. German porcelains [6].

Figure 8. Italian porcelains [6].

Figure 9. Austrian porcelains [6].

Figure 10. Examples of Russian porcelain [6].

Figure 11. Porcelains from different countries [6].

The porcelain history in Turkiye dates back to the mid–18th century. The first serious attempt taken during the Ottoman Period was the factory established by Ahmet Fethi Pasha in 1845, which handmade in Istanbul stamp on its products. Then, a state–supported Yıldız Porcelain factory was erected in Turkiye [9].

Figure 12. Ottoman çini plates [10].

Figure 13. Ottoman çini plates [10].

3. THE PROPERTIES OF PORCELAINS

Porcelain, which is the most important and valuable ceramic product, is nonporous and fine with its unique transparency and whiteness. Porcelains are divided into two groups: hard and soft porcelains. Both types of porcelain are found in the triple system of kaolin (K)–feldspar (F)–quartz (Q). Compared to soft porcelain, hard porcelain has higher kaolin, lower feldspar contents and is fired at higher temperature. Hard porcelain products are used as furnace equipment due to their high abrasion and chemical resistance and laboratory equipment due to thermal shock resistance, as well as being tableware. The soft porcelain is taken its name from its lower firing temperature compared to hard one rather than the mechanical strength [2, 11-12].

Types:

1) Soft porcelain

Composition: 25–35 % K, 22.5 % Q, 20–35 % F

Firing Temperature: SP 8–10 (1250–1300 °C)

- Vitreous porcelain
- Bone porcelain
- Seger porcelain 25 % K, 45 % Q, 30 % F

2) Hard porcelain

Composition: 55 % K, 22.5 % Q, 22.5 % F

Firing Temperature: SP > 10 (> 1300 °C)

- Chemical and technical porcelain
- Electro–porcelain [13].

4. PORCELAIN GLAZES

Porcelain glazes are fritless (raw) glazes [14]. There is no need for frit presence in the glaze compositions of such products fired at high temperatures. Porcelain glazes are lead–free and contain basic oxides such as alkali, alkaline–earth, as well as magnesium oxide, zinc oxide and boron oxide. Lead–free glazes are applied between 1150–1200 °C. Since the need for the

fluxing agent is minimum in this temperature range, the defects caused by fluxes are also minimized.

Firstly, the glaze must be lead–free for hard porcelain to be fired at temperatures above 1150 °C under reducing conditions. Because the lead–containing glaze is degraded due to the evaporation of PbO at around 1150 °C. The example A1 in Table 1 shows the typical glaze formula for porcelain fired at the highest temperature. The high silica and low flux content provide transparent, highly durable and low expansion glaze. Glaze compositions for soft porcelain fired at low temperature are presented as A2–A5. Lead–free high–temperature glazes with high alkali content can be used for porcelain (B6–B8) if excessive expansion is not caused [15].

Porcelain glazes are divided into two large groups: transparent glazes showing the decor under the glaze and often creating a silky touch or opaque glazes giving a sense of mattness. Their recipes and contents are generally similar to those of porcelain bodies. The oldest Chinese glazes made of two or three raw materials (a combination of calcined limestone and feldspar) are still in use at the present time.

There are many recipes published for porcelain glazes. It must be taken into account that there are many factors for producing a successful glaze: fuel, temperature, combustion cycle, body, glaze thickness, the type of application and variety of materials from different sources. Simply, glaze consists of silica, alumina and a suitable flux. While silica is a glass former, alumina which comes from clay generally increases strength and flux decreases the melting point of silica. High temperature glazes are classified as 'calcium oxide–based', 'feldspathic', 'dolomitic', 'barium matte' glazes. These definitions point out the dominant flux and glaze character [16].

Table 1. High temperature leadless glaze compositions [15]

		Composition (Moles)							
High Silica Type	**Cone**	**Na_2O**	**K_2O**	**CaO**	**MgO**	**ZnO**	**B_2O_3**	**Al_2O_3**	**SiO_2**
A1	15	__	0.0250	0.0583	__	__	__	0.0833	0.8333
A2	11	__	0.0198	0.0693	0.0099		0.0198	0.0891	0.7921
A3	11	__	0.0341	0.0795	__	__	__	0.0909	0.7955
A4	10	__	0.0322	0.1125	0.0161	__	__	0.0900	0.7492
A5	7	__	0.0408	0.1429	0.0204	__	__	0.0816	0.7143
High Alkali Type									
B6	11	0.0253	__	0.0505	__	__	__	0.0909	0.8081
B7	9	0.0256	__	0.0641	__	__	0.1282	0.0769	0.6667
B8	4	0.0490	__	0.0980	__	__	0.0980	0.0784	0.6275
B9	11	0.0220	__	0.1319	__	0.0440	__	0.1209	0.6593

4.1. Silica (SiO_2)

Quartz and flint are the main sources of silica being the major glass former. They provide durability and hardness when used up to 20 %. At higher ratios they increase maturation temperature of glaze, while at lower ratios give glassier melt and increase tendency to crazing [11].

Cone 7	1230 °C	silica	67
Cone 8	1250 °C	silica	68
Cone 9	1280 °C	silica	69
Cone 10	1300 °C	silica	70 and above

4.2. Alumina (Al_2O_3)

In glaze the main source of alumina is clay and some alumina can be brought with silica. Alumina increases the viscosity of molten glaze and suppresses fluidity. When used in high quantities, it opacifies the glaze [16].

4.3. Fluxes

These reduce the melting points of silica and alumina in the glaze. There are five main fluxing agents used for porcelain glazes. Others are named as auxiliary fluxes. Main fluxes;

4.3.1. Limestone ($CaCO_3$)

CaO (lime) is the main flux for many porcelain glazes containing calcium carbonate. Lime glazes provide hard, durable glassy surfaces. 15–25 % of lime acts as anti–flux and gives dull appearance to the glaze. In higher amounts, it forms a matte and micro–crystalline surface.

4.3.2. Sodium and Potassium Feldspars

Albite–$Na_2O.Al_2O_3.6SiO_2$ and Orthoclase–$K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$ are other basic high temperature fluxes. Feldspar contains alumina and silica as well as significant amounts of sodium or potassium. Potassium feldspar, which can be described as natural frit, forms melts at around 1250 °C. It is a useful component in porcelain because of leading to easy vitrification and requires only 5–10 % of secondary flux. Although it makes up 50 % of the glaze, it is possible to use it up to 85 % to form milky or semi–opaque glaze, but this may result in a tendency to crazing. Sodium feldspar is similar to potassium feldspar but it melts at lower temperature and relatively less used.

4.3.3. Cornish or Carolina Stone

Its composition and behaviour is similar to feldspar, but it has more silica content. Therefore, the melting point is higher. Calcium, magnesium, fluorine, iron and titanium can be found as trace elements.

Caroline Whyman: Large–Crackle Glaze (Cone 8)

Cornish stone	82
Nepheline syenite	4
Whiting	12
Borocalcite frit	2
Calcined China Clay	4
Bentonite	2

In this recipe bentonite and clay help the other components to be suspended and increase dry strength. Nepheline syenite and frit reduce the firing temperature and make the glaze more fluid. Glaze is applied by spraying.

4.3.4. Nepheline Syenite ($K_2O.3Na_2O_4Al_2O_3.9SiO_2$)

It is a useful flux and gives bright, clear glazes. However, it may lead glazes to be crazed. Nepheline syenite can replace feldspar or Cornish stone and malts comparingly at lower temperatures.

Colin Pearson: Shiny Glaze (Cone 7–8 Oxidation)

Nepheline syenite	40.3
Lithium carbonate	4.3
Whiting	8.7
Quartz	46.6
Bentonite	2

4.3.5. Wood ash

It is a very powerful flux. It contains high levels of sodium, potassium and calcium. Some should be used with caution because they can dissolve in water and irritate the skin. It consists of wood ash, silica, alumina and other components in small quantities. Glazes containing ashes are referred to broken–textured surfaces. Since high fluidity is achieved great care is required in the case of its use for porcelain. TiO_2 and other oxides in ash glaze form attractive light colours. For a typical ash glaze, wood ash, feldspar and clay can be used equal parts, or 2 parts wood ash and 1 part clay are suitable. Dolomite, talc, magnesium carbonate, barium carbonate, colemanite, lithium carbonate, petalite, bone ash, titanium dioxide and zinc oxide are used as secondary fluxes [16].

5.GLAZE APPLICATION METHODS

5.1. Dipping

It is the simplest, efficient and fast technique and requires low capital investment. When the porcelain is dipping, the porous porcelain body absorbs the glaze sludge and forms a thin film layer on its surface. Success in this method depends on the experience of the operator. The surface texture of the fired product is influenced by many factors: density of glaze sludge, viscosity, thixotropy, solid particle size in the glaze, porosity of the body, glaze thickness, duration of dipping and sludge additives [2, 11, and 15].

5.2. Spraying

The spraying method is a glazing process by forming a thin layer on the ceramic surface with a spraying nozzle. Factors affecting glazing in the process are:

- Mouth opening of spraying nozzles
- Spraying pressure
- Glaze density
- Spraying distance

The spraying can be done automatically or manually. This method depends upon the operator's experience and glaze must be applied equally to the whole ceramic surface. If not, glaze defects and post–firing colour tone differences may occur [2, 11, and 17].

5.3. Pouring or Waterfall

Pouring or waterfall is the process of forming a glaze layer over the horizontal products by forming a thin film thanks to continuous glaze flow through the centre of a circular surface. Glazing is carried out by letting the static pouring system which pours the glaze onto the horizontally moving products on the band. The inclined metal pouring system is called 'bell'. The glaze flowing from the centre of bell spreads in the form of a thin film. The glaze thickness is arranged by setting the belt speed [2, 11, and 17].

5.4. Brushing

Some glazes are suitable for brushing on porcelain. They require to be applied on very smooth surfaces, and are very fluid like crystal glazes. They can be brushed thickly on the top of the ceramic object and more thinly at the bottom. When applied with a brush, 0.5 % glaze binder or carboxyl methyl cellulose (CMC) should be added. This increases the quality of handling for kiln packing by providing the glaze layer good bonding to the biscuit [2, 11, and 17].

6. CURRENT DEVELOPMENTS ON PORCELAIN BODIES

Karasu et al. have investigated the effects of albite flotation and triage wastes on the microstructure and properties of stoneware and porcelain bodies [18-19]. Sheets worked on the release of heavy metals from European and Asian porcelains [20]. Tai et al. produced new anorthite porcelain bodies using non–plastic raw materials such as feldspar, quartz and high alumina cement, and investigated their properties [21]. Lee et al. searched for the effect of ZnO addition on the crystallization behaviour and mechanical properties of porcelain bodies [22]. Eren et al. have also studied how zinc oxide works in a similar way [23]. Demirkiran et al. made a study on how zeolite additives affect sintering behaviour of the porcelain body [24]. Mukhopadhyay et al. specified the mechanical properties and microstructure of the final product by adding pyrophyllite instead of kaolin and quartz (1:2) in the traditional porcelain body recipe [25]. Yürüyen and Toplan studied the sintering kinetics by adding glass wastes and fly ash to porcelain as a fluxing agent [26]. Kivitz et al. used high–reactivity micron and nano–sized raw materials with a new approach to reduce the firing temperature of porcelain tableware [27]. Li et al. investigated how micro–arc oxidation affects the titanium–porcelain bonding strength [28]. Mukhopadhyay et al. examined the physico–chemical and mechanical properties when fly ash was added replacing quartz in the traditional porcelain body [29]. Çapoğlu developed semi–transparent white product with low clay content which is suitable for daily use and characterized its properties [30]. Güngör and Ay examined the effect of boron–containing frit and the effect of quartz grain size on soft porcelain body properties [31–32]. Junkes et al., in their research, aimed to produce a porcelain–like body using mineral and clay wastes [33]. Ke et al. produced anorthite–based porcelain with clay, quartz, alumina, feldspar and 3 different CaO sources [34]. Kool et al. made porcelain composite reinforced with mullite having antibacterial feature using transition metal oxides by solid state sintering [35]. Gouvêa et al. used bone ash as an ingredient to increase sintering in porcelain body [36]. Turkmen et al. produced hard porcelain using slip casting method by adding wollastonite to the mixture of quartz, potassium feldspar and kaolin [37]. Lerdprom et al. carried out an investigation to optimize the porcelain process parameters aiming to reduce total energy consumption and gas release [38]. Akpınar et al. conducted a research to produce hard

porcelain by adding calcined colemanite to body as a sintering component [39]. In general, porcelain wastes cannot be used in porcelain composition. However, Nodeh determined that this group of wastes lowers firing temperature and linear expansion [40]. Sokolář et al. searched the effects of different fluidizers to reduce porcelain firing temperature [41].

7. CURRENT DEVELOPMENTS ABOUT PORCELAIN GLAZES

Karasu et al. studied zinc–crystal glazes for the application to soft porcelain, utilization of albite triage wastes in soft porcelain crystal glazes, the effects of these wastes on the crystal glazes, macro–structural harmony of various colouring oxides in soft porcelain zinc–crystal glazes, the use of limonite in soft porcelain transparent and zinc crystal glazes, evaluation of a natural stone having a fluxing character in soft porcelain crystal glazes, the effects of different colouring oxides on the zinc crystal glaze, the use of concentrator wastes of Etibor Kırka Borax plant as an alternative fluxing agent in soft porcelain opaque glazes, utilization of copper melting slags enriched for cobalt and copper contents as colorants on Turkish çini decorations, the effect of willemite incorporation on zinc–containing soft porcelain crystal glazes and the use of phosphorescent pigments in tile decorations in detail [42–61]. Tulyaganov et al. developed new tableware glazes containing ZnO for hard porcelain [62]. Cheng et al. designed a transparent glaze compatible with single–crystal anorthite porcelain [63]. The first calcium–rich Chinese glazes have an important place in the development of high–temperature ceramics. Rehren and Yin analysed the proto–porcelain archaeological samples and their replications and discovered the effects of the ash ratio, glaze preparation, temperature and duration and the cooling regime [64]. Partyka et al. examined how quartz grain size affects the structure of porcelain glaze [65]. Fabbri and Gualtieri investigated the composition and application techniques of the glazes of Capodimonte porcelain belonging to the years of 1743–1760 [66]. Gajek et al. tried to obtain anorthite–based white porcelain glaze without adding zirconium silicate ($ZrSiO_4$) to the composition [67].

CONCLUSION

With their aesthetic, visual appeal and wonderful decorations, porcelain products, which have been preferred for centuries, still maintain their inevitable places at our modern time. While porcelain placed the kings and the rich people's table in the past, now it is easily accessible for people from every social status. Parallel to the rapid advancement of technology, the discovery of new porcelain products with different functionality has been continued.

REFERENCES

[1] Doherty, J., *Ceramic Handbooks: Porcelain*, University of Pennsylvania Press, 2002.

[2] Rado, P., *An Introduction to the Technology of Pottery*, Second Edition, Pergamon Press, 1988.

[3] Güngör, F. E., *Investigation on the Production of Soft Porcelain with Low Energy*, PhD Thesis, Anadolu University, 2012 (in Turkish).

[4] gokcebey.beun.edu.tr/wp-content/uploads/2012/12/sır-nedir1.ppt, (Access date: 15.06.2017).

[5]http://www.turkseramik.com/index.php?PHPSESSID=cef65537f0461e7810d1fe41e2666b56&topic=49.msg127#msg127 (Access date: 15.06.2017).

[6]https://yandex.com.tr/gorsel/search?text=antik%20porselen%20g%C3%B6rselleri&stype=image&lr=103835&noreask=1&source=wiz(Access date: 15.06.2017).
[7] Tizgöl, K., Chinese Ceramics with Their Historical Developments, Art Magazin, 21–29, 2009 (in Turkish).
[8] Ayta, T., Ceramic Glazes, Borax Consolidated Limited, Londra, 1976 (in Turkish).
[9] http://www.superbrandsturkey.com/2005/kutahyaporselen.pdf (Access date: 15.06.2017).
[10]https://yandex.com.tr/gorsel/search?p=6&text=osmanl%C4%B1%20%C3%A7ini%20tabak%20g%C3%B6rselleri&noreask=1&lr=103835(Access date: 15.06.2017).
[11] Dinsdale, A., *Pottery Science: Materials, Process, and Products*, John Wiley & Sons, 1986.
[12] Tekebaşıoğlu, S., *Porcelain Figures in Europe*, Master Thesis, Anadolu University, Institute of Social Sciences,1994 (in Turkish).
[13] Arcasoy, A., *Ceramic Technology*, Marmara University, Faculty of Fine Arts, Ceramic Art Publications No:2, 1983 (in Turkish).
[14] *Ceramic and Glass Technology, Glaze Preparation*, MEGEP, Ankara, 2007 (in Turkish).
[15] Eppler, R. A., and Eppler, D. R., *Glazes and Glass Coatings, Formulation of Glazes*, The American Ceramic Society, Westerville, Ohio, U.S.A., 2000.
[16] Whyman, C., *The Complete Potter Porcelain, Colour, Glazes and Glazing*, Boston Book Warehouse, U.S.A., 1994.
[17] *Ceramic and Glass Technology, Glazing and Firing*, MEGEP, Ankara, 2007 (in Turkish).
[18] Kaya, G., Karasu, B. and Çakı, M., Effects of Albite Flotation Wastes on the Properties and Microstructures of Stoneware and Porcelain Bodies, Journal of Ceramic Turkiye, Turkish Ceramic Federation Publication, April–June Issue, 79–85, 2004 (in Turkish).
[19] Kaya, G. and Karasu, B., Utilisation of Albite Triage Wastes in Stoneware and Porcelain Bodies as an Alternative Fluxing Agent, Journal of Ceramic Turkiye, Turkish Ceramic Federation, April–June Issue, 86–92, 2004 (in Turkish).
[20] Sheets, R. W., Release of Heavy Metals from European and Asian Porcelain Dinnerware, The Science of the Total Environment 212, 107–113, 1998.
[21] Tai, W.–P., Kimura, K., Jinnai, K., A New Approach to Anorthite Porcelain Bodies Using Non–Plastic Raw Materials, Journal of the European Ceramic Society 22, 463–470, 2002.
[22] Lee, S.–M., Kim, S.–K., Yoo, J. W., Kim, H.–T., Crystallization Behavior and Mechanical Properties of Porcelain Bodies Containing Zinc Oxide Additions, Journal of the European Ceramic Society 25, 1829–1834, 2005.
[23] Eren, E., Kara, A., Ay, N., *A Detailed Investigation into Phase and Microstructural Evolution of Zinc Oxide Incorporated Porcelain Bodies*, Proceedings of 10th ECerS Congress, Göller Verlag, Baden–Baden, 1589–1595, 2007.
[24] Demirkiran, A. S., Artir, R., Avci, E., Effect of Natural Zeolite Addition on Sintering Kinetics of Porcelain Bodies, Journal of Materials Processing Technology 203, 465–470, 2008.

[25] Mukhopadhyay, T. K., Ghatak, S., Maiti, H. S., Effect of Pyrophyllite Incorporation in Porcelain Composition on Mechanical Properties and Microstructure, Ceramics International 35, 2555–2562, 2009.
[26] Yürüyen, S., Toplan, H. Ö., The Sintering Kinetics of Porcelain Bodies Made from Waste Glass and Fly Ash, Ceramics International 35, 2427–2433, 2009.
[27] Kivitz, E., Palm, B., Heinrich, J. G., Blumm, J., Kolb, G., Reduction of the Porcelain Firing Temperature by Preparation of the Raw Materials, Journal of the European Ceramic Society 29, 2691–2696, 2009.
[28] Li, J.–X., Zhang, Yu–M., Han, Y., Zhao, Yi–M., Effects of Micro–Arc Oxidation on Bond Strength of Titanium to Porcelain, Surface & Coatings Technology 204, 1252–1258, 2010.
[29] Mukhopadhyay, T. K., Ghosh, S., Ghosh, J., Ghatak, S., Maiti, H. S., Effect of Fly Ash on the Physico–Chemical and Mechanical Properties of a Porcelain Composition, Ceramics International 36, 1055–1062, 2010.
[30] Capoglu, A., A Novel Low–Clay Translucent Whiteware Based on Anorthite, Journal of the European Ceramic Society 31, 321–329, 2011.
[31] Güngör, F., Ay, N., *The Effect of Boron Containing Frit Use on the Properties of Soft Porcelain Body*, Proceeding of 8th International Industrial Minerals Symposium, 29–30 November, 183–191, 2012 (in Turkish).
[32] Güngör, F., Ay, N., *Effect of Quartz Particle Size on the Properties of Soft Porcelain*, Proceeding of 6th International Eskişehir Terra Cotta Symposium, 287–298, 2012.
[33] Junkes, J. A., Prates, P. B., Hotza, D, Segadães, A. M., Combining Mineral and Clay–Based Wastes to Produce Porcelain–Like Ceramics: An Exploratory Study, Applied Clay Science 69, 50–57, 2012.
[34] Ke, S., Cheng, X., Wang, Y., Wang, Q., Wang, H., Dolomite, Wollastonite and Calcite as Different CaO Sources in Anorthite–Based Porcelain, Ceramics International 39, 4953–4960, 2013.
[35] Kool, A., Thakur, P., Bagchi, B., Rajak, U., Das, T., Kar, S., Chakraborty, G., Mukhopadhyay, T. K., Das, S., Effect of Vanadic Anhydride and Copper Oxide on the Development of Hard Porcelain Composite and Its Antibacterial Activity, Journal of Asian Ceramic Societies 2, 297–304, 2014.
[36] Gouvêa, D., Kaneko, T. T., Kahn, H., Conceição, E. S., Antoniassi, J., Using Bone Ash as an Additive in Porcelain Sintering, Ceramics International 41, 487–496, 2015.
[37] Turkmen, O., Kucuk, A., Akpinar, S., Effect of Wollastonite Addition on Sintering of Hard Porcelain, Ceramics International 41, 5505–5512, 2015.
[38] Lerdprom, W., Chinnam, R. K., Jayaseelan, D. D., Lee, W. E., Porcelain Production by Direct Sintering, Journal of the European Ceramic Society 36, 4319–4325, 2016.
[39] Akpinar, S., Evcin, A., Ozdemir, Y., Effect of Calcined Colemanite Additions on Properties of Hard Porcelain Body, Ceramics International 43, 8364–8371, 2017.
[40] Nodeh, A. A., Influence of Bone Porcelain Scraps on the Physical Characteristics and Phase Composition of a Hard Porcelain Body, Boletin De La Sociedad Española De Cerámica Y Vidrio 56, 113–118, 2017.

[41] Sokolář, R., Keršnerová, L., Šveda, M., The Effect of Different Fluxing Agents on the Sintering of Dry Pressed Porcelain Bodies, Journal of Asian Ceramic Societies, http://dx.doi.org/10.1016/j.jascer.2017.06.001, 2017.
[42] Karasu, B., Çakı, M., *Zinc Crystal Glaze Applications onto Porcelains Produced under Oxidation Atmosphere*, Proceeding of the 4th National Ceramic Congress, Eskisehir, 287–293, 1998 (in Turkish).
[43] Karasu, B., Turan, S. and Çakı, M., *Scanning Electron Microscopy Studies on the Crystallisation Effects of Zinc in the Soft Porcelain Glazes*, Abstract Book of 14th National Congress on Electron Microscopy with International Participation, Bursa, p. 77, 1999.
[44] Karasu, B., Çakı M. and Kılıç A., *Use of Limonite in Soft Porcelain Transparent and Zinc Crystal Glazes*, Proceeding of the 8th Materials Symposium, Denizli, 459–464, 2000 (in Turkish).
[45] Karasu, B., Turan, S. and Çakı, M., *The Effect of Heat Treatment on the Crystal Development of Zinc in the Soft Porcelain Glazes*, 10th International Metallurgy and Material Congress Proceedings, Istanbul, Turkiye, 1457–1464, 2000.
[46] Karasu, B., Çakı, M. and Yeşilbaş Y. G., Utilisation of Albite Triage Wastes in Soft Porcelain Zinc Crystal Glazes, 10th International Metallurgy and Material Congress Proceedings, Istanbul, Turkiye, 1465–1472, 2000 (in Turkish).
[47] Karasu, B., Çakı, M. and Turan, S., The Development and Characterisation of Zinc Crystal Glazes Used for Amakusa–Like Soft Porcelains, Journal of the European Ceramic Society, 20, [12], 2225–31, 2000.
[48] Karasu, B., Macro Structural Harmony of Several Colouring Oxides in Soft Porcelain Zinc Crystal Glazes, Journal of Ceramic Art, Science and Technology, Turkish Ceramic Society, 14, 33–35, 2001 (in Turkish).
[49] Karasu, B., Çakı, M. and Yeşilbaş, Y. G., The Effect of Albite Wastes on Glaze Properties and Microstructure of Soft Porcelain Zinc Crystal Glazes, Journal of the European Ceramic Society, 21, [8], 1131–38, 2001.
[50] Karasu, B., Turan, S., Effect of Cobalt Oxide and Copper Oxide Additions to Zinc-Containing Soft Porcelain Glazes, American Ceramic Society Bulletin, 80, [9], 41–45, 2001.
[51] Turan, S., Karasu, B., The Effect of Copper Oxide Addition and the Heat Treatment Temperature on the Microstructure of Zinc Containing Soft Porcelain Crystal Glazes, Electron Microscopy and Analysis, Inst. Phys. Conf. Ser., Vol. 168, 315–318, 2001.
[52] Karasu, B., Turan, S., Effects of Cobalt, Copper, Manganese and Titanium Oxide Additions on the Microstructures of Zinc Containing Soft Porcelain Glazes, Journal of the European Ceramic Society, 22 (9–10), 1447–1455, 2002.
[53] Karasu, B., Kaya, G., Sevim, C., Çakır, D., *Use of a Natural Stone with Fluxing Capability in Soft Porcelain Crystal Glazes*, Proceeding of the 3rd International Eskisehir Terra Cotta Symposium, 262–267, 2003 (in Turkish).
[54] Özel, E., Turan, S., Karasu, B., *Effect of Willemite Crystals and Willemite Pigment Addition on the Microstructure of Zinc Containing Soft Porcelain Crystal Glazes*, Abstract Book of 8. European Ceramic Congress, 217 (B3) 2003.

[55] Karasu, B., Kaya, G., Karalar, M., Use of Concentrator Wastes of Etibor Kırka Borax Company in Soft Porcelain Opaque Glazes as an Alternative Fluxing Agent, Euro Ceramics VIII, Key Engineering Materials, Vols. 264–68, 2497–2500, 2004.
[56] Karasu, B., Ertorul, U., Özgüneşli, G., Use of Enriched Copper Extraction Slags with Cobalt and Copper Contents in Traditional Turkish Tile Decorations as A Colouring Agent, Journal of Ceramic Turkiye, Turkish Ceramic Federation Publication, January–March Issue, 62–65, 2004 (in Turkish).
[57] Özel, E., Badem, Y., Turan, S., Karasu, B., *Effect of Nucleating Agent on the Crystallization Behaviour and Microstructure of Zinc Containing Soft Porcelain Crystal Glazes*, Abstract Book of the ECERS Topical Meeting "Reliability of Ceramics", Cracow, Poland, p. 52, 2006.
[58] Özel, E., Turan, S., Karasu, B., *Effect of Willemite Addition on the Zinc Containing Soft Porcelain Crystal Glazes*, The Abstract Book of the 18. National Electron Microscopy Congress with International Participation, Eskişehir, 72, 2007 (in Turkish).
[59] Karasu, B., Yavaş, M., Crystalline Glazes (A Review), Journal of Ceramic Turkiye, Turkish Ceramic Federation, Issue: 50, 104–111, 2016.
[60] Karasu, B., *The Time Journey of Crystalline Glazes*, Abstract Book of International Conference on Traditional and Advanced Ceramics 2017 (ICTA2017) in conjunction with ASEAN Ceramics 2017, Bangkok, Thailand, 2017.
[61] Pekkan, K., Taşcı, E., Gün, Y., Kaymak, K., Acer, O., Karasu B., *Development, Production and Application of Phosphorescent Pigments for Traditional Turkish Çini Bodies*, TUBITAK (Science, Technology and Research Association of Turkiye) 3001 Scientific and Technological Research Project Support Programme, Project Report, 114M135, 2017 (in Turkish).
[62] Tulyaganov, U., Agathopoulos, S., Fernandes, H. R., Ferreira, J. M. F., The Influence of İncorporation of ZnO–Containing Glazes on the Properties of Hard Porcelains, Journal of the European Ceramic Society 27, 1665–1670, 2007.
[63] Cheng, X., Ke, S., Wang, Q., Wang, H., Shui, A., Liu, P., Characterization of Transparent Glaze for Single–Crystalline Anorthite Porcelain, Ceramics International 38, 4901–4908, 2012.
[64] Rehren, Th., Yin, M., Melt Formation in Lime–Rich Proto–Porcelain Glazes, Journal of Archaeological Science 39, 2969–2983, 2012.
[65] Partyka, J., Gajek, M., Gasek, K., Effects of Quartz Grain Size Distribution on the Structure of Porcelain Glaze, Ceramics International 40, 12045–12053, 2014.
[66] Fabbri, B., Gualtieri, S., Capodimonte Porcelain: Glaze Composition and Its Technological Implications, Ceramics International 41, 2318–2327, 2015.
[67] Gajek, M., Partyka, J., Rapacz–Kmita, A., Gasek, K., Development of Anorthite Based White Porcelain Glaze without $ZrSiO_4$ Content, Ceramics International 43, 1703–1709, 2017.

PORSELEN SIRLARI

Ece GİRAY[1], Bekir KARASU[2]

[1]Anadolu Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Eskişehir/TÜRKİYE
[2]Anadolu Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü, Eskişehir/TÜRKİYE

Özet

Porselen; genellikle beyaz renkte, inceltilince yarı saydamlaşan, çoğunlukla renksiz ve şeffaf bir sırla kaplı, su sızdırmayan, kuvvetli bazlar ve hidroflorik asit dışındaki aşındırıcılardan fazla etkilenmeyen, seramikler içinde önemli bir yere sahip estetik üründür. Belirli bir bileşimdeki hammaddelerin öğütülmesiyle elde edilen ve seramik bünye üzerinde pişirim neticesinde oluşan camsı tabakaya sır adı verilmektedir. Günümüz seramikçiliğinde kullanılan modern sırlar, bor ve silika bileşimlerinin bir karışımıdır. Seramik eşyada örtücülük sağlayacak şekilde hazırlanan sırlar, asit ve suya karşı kimyasal dayanım, çizilmelere karşı mukavemet, su geçirmezlik, kılcal sır çatlamaları, pullanma ve diğer sır hatalarına karşı dayanıklılık, kristal doku ve değişik ton çeşitlemeleri gibi dekoratif görünümlerin eldesine yatkınlık ve önceden belirlenen sıcaklıklarda ergime gibi birtakım nitelikler taşımak zorundadırlar. Bu makalede porselen sırları hakkında genel bilgi verilip son dönem gelişmeleri özetlenecektir.

Anahtar Kelimeler: Porselen, Sır, Tarihçe, Gelişim.

1. GİRİŞ

Porselen narin, zarif, şeffaf, beyaz ve pahalı olarak bilinen bir seramik üründür. Aynı zamanda çalışılması en zor killerle üretilmekte olup üretim ve pişirimin her kademesinde büyük bir özen gösterilmesine ihtiyaç duyar [1]. Seramik sofra ürünlerinin yapımında belli başlı aşamalar vardır: elle, dönen çark üzerinde şekillendirme, çamur döküm, plastik presleme, enjeksiyon kalıplama vb. yöntemlerle yaş formun eldesi, kurutma ve rötüşlama, bisküvi pişirimi, sırlama ve dekor uygulaması. Günümüzde böylesi ürünlerin pek çoğu bisküvi pişirimi sonrası sırlanmakta, daha sonra ikincil pişirimle bünye üzerinde sır olgunlaştırılmakta, son kademe olarak ta çeşitli metal oksitler kullanılarak dekorlanıp nihai pişirime tabi tutulmaktadır [2]. Porselen yüzeylerine;

– Estetik olarak parlak ve çekici bir görünüm kazandırmak,
– İnsanın yeme ve içme gereksiniminde kullanıldıkları için hijyen sağlamak,
– Kolay temizlenebilirlik sunmak,
– Dekorlama olanaklarını çeşitlendirmek ve
– Dış etkilere karşı ürünün kimyasal dayanımını arttırmak üzere çeşitli sırlar uygulanmaktadır [3]. Seramik üretim teknolojisinin her geçen gün hızla ilerlediği günümüzde sırlama teknolojilerinde de gelişmeler devam etmektedir.

2. PORSELENİN TARİHÇESİ

Porselen, anavatanı Çin olan seramik bir üründür. Çin'de önce alkali içerikli ve kurşunlu sırlar yapılmış sonra bu sırlar renklendirilerek çeşitlendirilmiştir [4]. Çinliler porselen hammaddesi

olarak Tun ve Petunse adını verdikleri feldispat, kuvars ve ince taneli mika içeren bir taş ile Paingo, Pai–tu veya Ngo–tu şeklinde isimlendirdikleri beyaz ve plastik bir toprak kullanmışlardır. Porselen hamurunu istenilen plastikliğe erişebilmesi için uzun süre dinlendirmişlerdir [5]. Çin porseleninin mat–parlak karakterinin nedeni sırın değişen saydamlıkta birkaç tabaka olarak tatbik edilmesidir.

Görsel 1. Bazı antik Çin porselenleri [6].

Seramik ve porselenin beşiği Çin'de Hanedanlıklar döneminde seramik ile ilgili büyük gelişmeler yaşanmış ve güçlü bir seramik geleneğine sahip olunmuştur. Zhou Döneminde 1200-1300 °C'de eriyen ağaç küllerinden sırlar elde edilmiştir. Han Döneminde yeşil ya da kahverengi renklerde yumuşak, kurşun silikat sırlarla kaplı seramik eşyalar üretilmiştir. Bu dönemde geleneksel budist kültürün gündelik yaşama etkisiyle dini ritüellerde yaygın olarak kullanılan porselenimsi bünyeye sahip, yağ yeşilinden gri–yeşil tonlara kadar seladon sırla kaplı 'Yueh İşleri' gözlenmiştir. Tang Hanedanlığı (M.S. 618–907) Dönemi sonrası yüksek fırın sıcaklıklarında üretim gerçekleştirilmiş ve porselen üretiminin zirvesi olarak kabul edilmiştir. Üretilen porselenin son derece sert, parlak beyaz oluşu, yarı şeffaf görünümü ve camlaşma (vitrifikasyon) özelliği, yüksek sıcaklıkta pişen beyaz kaolen ve feldispattan kaynaklanmaktadır. Güney Song Döneminde (M.S. 960–1279) ise 'Ding ware' olarak adlandırılan pürüzsüz, fildişi renkli sırlarla kaplanmış porselen örnekleri görülmektedir. Yine bu dönemde Longquan seladonları, lüsterli ve pürüzsüz yüzeyi ile parlak, açık mavimsi yeşil sırlar, donuk mavimsi yeşil renklerde sırlanma sonucu kusursuz porselenler ortaya çıkmıştır. Yuan Hanedanlığı Döneminde (M.S. 1279–1368) yumurta kabuğu beyazı, Ming Döneminde (M.S.1368–1644) monokrom beyaz porselenler, bakır oksidin indirgen ortamda pişirilmesi sonucu elde edilen kırmızı sırlar ve en dikkat çekici olan sır altı dekorlu mavi-beyaz ürünler elde edilmiştir. Qing Hanedanlığı Döneminde (M.S. 1644–1912) ise Ming Dönemine göre

porselenler daha beyaz ve daha düzgün bir şekilde sırlanmışlardır. Qing Döneminde birçok renk desenleri elde edilmiş ve Avrupa'ya porselen ihracı başlamıştır [7].

(a) **(b)**

Görsel 2. (a) Dingware, yonca şekilli beyaz tabak (Song Dönemi), (b) David vazoları, sır altı kobalt dekorlu mavi–beyaz porselen (Ming Dönemi, 1351) [7].

Görsel 3. Farklı amaçlar için kullanılan Çin porselenleri [6].

Şekil 4. Japon porselenlerinden örnekler [6].

Güzel ve zarif Çin ve Japon porselenleri Asya ile ticaretin açılmasıyla Avrupa'ya getirilmiş, krallar Asyalılar tarafından kıskançlıkla saklanan porselenin sırrını keşfetmek için adeta birbirleriyle yarışmışlardır [5, 8]. 1580 yılında Florence'de Medici, porselen olarak adlandırdığı yarı saydam bir bünye üretmiştir. Ancak, bu, gerçek anlamda bir Çin porseleni değil çeşitli beyaz pişen killer ve firit karışımından oluşan yumuşak porselendi. Sert porselenin (gerçek porselen) sırrı öğrenilene kadar yumuşak porselen Fransa, İtalya ve İngiltere'ye kadar yayıldı.

Saksonya ve Polonya kralının seçmeni Augustus II, Saksonya'da porselen yapmak istemiş ve Çin porselenlerine kucak dolusu para ödemeye karar verip çalışmalarında genç simyacı Johann Frederich Böttger'e iş sunmuştur. Augustus'un inancına göre, Böttger temel metalleri altına çevirme sırrını bulabilirse, büyük bir bolluğa ulaşacaklardı. Onu parayla çalıştırırken aslında orada gerçek bir mahkum gibi tutmuş, Böttger bu işi başaramayınca kralın sabrı tükenmiş ve onu Dresden yakınlarındaki Meissen Kalesi'nde mahkum etmiştir.

1706'da Sakson soylusu Von Tschirnhaus, Böttger'in kendisine yardım edebilmesi için kraldan izin almıştır. Böttger yalnızca kuyumcu bıçağı (jeweller's wheel) ile çizilebilecek sertlikte kırmızı stoneware geliştirmiştir. Aynı dönemde Çin'de kullanılan kaolenlere benzer kaolenler Saksonya'da da bulundu. 1709'da Böttger bu kaolenleri kullanarak gerçek sert porseleni geliştirdi. Daha sonra Dresden olarak bilinen ve II. Dünya Savaşında yıkılmayan büyük Meissen Porselen Fabrikası kuruldu. Önceleri bu değerli sır, Meissen'de çok iyi

saklandı. 1718'de kaçan bir işçi formülü Viyana'ya taşıdı. Burada Claude du Paquier gibi büyük bir yöneticiyle, Barok stilinde porselen üretimi gerçekleştirildi. Diğer sert porselen üreticileri çeşitli Alman kanunlarıyla desteklendi. Söz konusu fabrikalar arasında Berlin, Höchst, Frankental, Nymphenburg, Ludwigsburg ve Fürstenberge yer almaktadır. Bu arada yumuşak porselen fabrikaları Fransa, İtalya ve İngiltere'ye sıçradı. Başlıca Fransız porselen fabrikaları St–Cloud, Vincennes, Sevres, Chantily ve Mennecy–Villeroy'du. Vincennes ve onun varisi Sevres Kral 14. ve 15. Louis'in koruması altındaydı. Diğer fabrikaları da daha alt seviyedeki soylular destekliyordu. Kısa bir süre sonra Kral fabrikası altını porselen dekorasyonunda kullanmayı başarabildi.

Sevres fabrikası 1769'da üretim sırları Fransa'da öğrenilen sert porseleni üretmeye başladı ve 1800'lü yıllara ulaşılana kadar yumuşak porselen üretimini sona erdirdi. İtalya'da yumuşak porselen yapan fabrikalar Doccia, Venice, Capo di Monte ve diğerleriydi. Capo di Monte 1743 yılında Naples kralı III. Charles tarafından kuruldu ve 1759 yılında Charles'in İspanya tahtına çıkmasıyla Madrid'e taşındı. Avrupa fabrikaları genellikle krallar ve soylular tarafından destekleniyordu. İngiltere'de porselen gelişimi yerini özel girişimlere bıraktı. Muhtemelen ilk İngiliz porselen fabrikası 1745'li yıllarda Chelsea'da kuruldu. Bir Fransız gümüşçü olan Nicholas Sprimont'un ilgisiyle gelişti. Başlangıcından 1769 yılında kapanana kadar tüm zamanların en iyi porselenlerini üretti. Mükemmel sert porselen sırları 18. yy'ın son çeyreğinde Danimarka Kopenhag'da yapıldı [2, 5]. Porselen sırlarının Seger formülü tespit edilmiş ve önemli bir değişikliğe uğramadan günümüze kadar ulaşmıştır [4].

Görsel 5. Fransız porselenleri [6].

Görsel 6. İngiliz porselenleri [6].

Görsel 7. Alman porselenleri [6].

Görsel 8. İtalyan porselenleri [6].

Görsel 9. Avusturya porselenleri [6].

Görsel 10. Rus porselenlerinden örnekler [6].

Görsel 11. Farklı ülkelere ait porselen görüntüleri [6].

Türkiye'de porselen tarihi 18. yüzyılın ortalarına dayanmaktadır. Osmanlı döneminde porselen ile ilgili ilk ciddi girişim 1845'te Ahmet Fethi Paşa tarafından kurulan, ürünlerin üzerinde Eser-i İstanbul damgası taşıyan fabrikadır. Daha sonra Türkiye'deki porselen sektörünün temelini atan devlet destekli Yıldız Porselen Fabrikası kurulmuştur [9].

Görsel 12. Osmanlı çini tabakları [10].

Görsel 13. Osmanlı çini tabakları [10].

3. PORSELENİN ÖZELLİKLERİ

Seramik ürünlerin en önemli ve değerlisi olan porselen, kendine has saydamlığı ve beyazlığıyla gözeneksiz, ince bir üründür. Sert ve yumuşak porselen olmak üzere iki grup altında incelenir. Her iki tip de kaolen (K)–feldispat (F)–kuvars (Q) üçlü sisteminde yer alır. Sert porselen yumuşak olana kıyasla daha yüksek kaolen, daha düşük feldspat içeriğine sahip olup daha yüksek sıcaklıkta pişirilir. Bu grup ürünler sofra eşyası olarak değerlendirilmelerinin yanı sıra yüksek aşınma ve kimyasal dayanımları sayesinde laboratuvar gereçleri ve ısıl şok direncinin yüksekliğiyle fırın kabı olarak da kullanılırlar. Yumuşak porselen ise adını mekanik dayanımından ziyade, sert porselen ile kıyaslandığında daha düşük sıcaklıkta pişirilmesiyle almıştır [2, 11–12]. Porselenin pişmiş hamuru beyaz, yarı saydam olup kırılgan değildir.

Türleri:

1) Yumuşak porselen

Bileşimi: % 25–35 K, % 22,5 Q, % 20–35 F

Pişirim Sıcaklığı: SP 8–10 (1250–1300 °C)

- Sırçalı porselen
- Kemik porseleni
- Seger porseleni % 25 K, % 45 Q, % 30 F

2) Sert porselen

Bileşimi: % 55 K, % 22,5 Q, % 22,5 F

Pişirim Sıcaklığı: SP > 10 (> 1300 °C)

- Kimyasal ve teknik porselen
- Elektro–porselen [13].

4. PORSELEN SIRLARI

Porselen sırları firitsiz (ham) sırlardandır [14]. Yüksek sıcaklıklarda pişirilen böylesi mamüllerin sır bileşimlerinde firitin yer almasına gerek yoktur [4]. Porselen sırları kurşunsuz olup alkali, toprak alkali gibi bazik oksitleri, ayrıca magnezyum oksit, çinko oksit ve bor oksit

içerirler. Kurşunsuz sırların uygulama aralığı 1150–1200 °C'dır. Söz konusu sıcaklık aralığında ergitici madde ihtiyacı minimumdur ve ergiticiden kaynaklanan hatalar da en aza indirilmiş olur.

Öncelikle 1150 °C'den yüksek sıcaklıklarda ve indirgen koşullarda pişirilecek sert porselen için sır kurşun içermemelidir. Çünkü kurşunlu sır 1150 °C civarında PbO'nun buharlaşmasından dolayı bozunur. Çizelge 1'deki A1 örneği en yüksek sıcaklıkta pişirilen porselen için tipik sır formülünü göstermektedir. Yüksek silika ve düşük akışkanlaştırıcı içeriği şeffaf, çok dayanıklı ve düşük genleşmeye sahip sır oluşumu sağlar. Düşük sıcaklıkta pişen yumuşak porselen sır bileşimleri A2–A5 olarak sunulmuştur. Yüksek alkali içerikli, kurşunsuz, yüksek sıcaklık sırları yeterince fazla bir genleşme söz konusu değilse porselen bünyeler için kullanılabilirler (B6–B8) [15].

Porselen sırları iki geniş gruba ayrılır: sır altı dekoru gösteren şeffaf ya da şeffafa yakın ve genellikle ipeksi ya da mat dokunma hissi yaratan opak sırlar. Reçeteleri ve içerikleri genellikle porselen bünyesi ile benzerlik taşır. İki ya da üç hammaddeden yapılmış (kalsine kireç taşı ve feldispatın bir kombinasyonu) en eski Çin sırları günümüzde halen kullanılmaktadır. Porselen sırları için yayınlanmış pek çok reçete bulunmaktadır. Başarılı bir sır eldesi açısından dikkate alınması gereken çok sayıda faktör vardır: yakıt, sıcaklık, yakma çevrimi, bünye, sır kalınlığı ve uygulama biçimi, farklı kaynaklardan gelen malzemelerin çeşitliliği. Sır silika, alümina ve uygun bir ergiticiden oluşmaktadır. Silika cam yapıcı iken genellikle kilden gelen alümina dayanım arttırıcı rol oynar. Ergitici de silikanın ergime noktasını düşürme görevi üstlenir. Yüksek sıcaklık sırları 'kalsiyum oksit esaslı', 'feldispatik', 'dolomitik', 'baryum matı' olarak nitelendirilirler. Bu tanımlar sırdaki baskın ergiticiyi ve karakteristiğini göstermektedir [16].

Çizelge 1. Yüksek sıcaklık kurşunsuz sır bileşimleri [15]

		Bileşim (Mol Oranı)							
Yüksek Silika Tipi	**Koni**	**Na_2O**	**K_2O**	**CaO**	**MgO**	**ZnO**	**B_2O_3**	**Al_2O_3**	**SiO_2**
A1	15	__	0,0250	0,0583	__	__	__	0,0833	0,8333
A2	11	__	0,0198	0,0693	0,0099		0,0198	0,0891	0,7921
A3	11	__	0,0341	0,0795	__	__	__	0,0909	0,7955
A4	10	__	0,0322	0,1125	0,0161	__	__	0,0900	0,7492
A5	7	__	0,0408	0,1429	0,0204	__	__	0,0816	0,7143
Yüksek Alkali Tipi									
B6	11	0,0253	__	0,0505	__	__	__	0,0909	0,8081
B7	9	0,0256	__	0,0641	__	__	0,1282	0,0769	0,6667
B8	4	0,0490	__	0,0980	__	__	0,0980	0,0784	0,6275
B9	11	0,0220	__	0,1319	__	0,0440	__	0,1209	0,6593

4.1. Silika (SiO_2)

Kuvars ve çakmak taşı ana cam yapıcı olan silika kaynağıdır. % 20 oranına kadar dayanıklılık ve mukavemet sağlar. Fazla kullanımı sırın olgunlaşma sıcaklığını arttırır. Daha düşük miktarlarında ise ergime kolaylaşırken çatlama eğilimini artar [11].

Koni 7	1230 °C	silika	67
Koni 8	1250 °C	silika	68
Koni 9	1280 °C	silika	69
Koni 10	1300 °C	silika	70 ve üzeri

4.2. Alümina (Al_2O_3)

Sırdaki alüminanın ana kaynağı kil olmakla birlikte silikadan da bir miktar alümina gelebilir. Alümina sır eriyiğinin viskozitesini (ağdalığını) arttırır, akmasını zorlaştırır. Yüksek miktarlarda kullanıldığında da sırı opaklaştırmaktadır [16].

4.3. Akışkanlaştırıcılar

Bunlar sırda bulunan silika ve alüminanın ergime noktasını düşürler. Porselen sırları için kullanılan beş ana akışkanlaştırıcı vardır. Diğer kullanılan maddeler ise ikincil akışkanlaştırıcılar olarak bilinir. Ana akışkanlaştırıcılar;

4.3.1. Kireçtaşı ($CaCO_3$)

CaO (kireç), kalsiyum karbonat içeren birçok porselen sırı için başlıca ergiticidir. Kireç sırları sert, dayanıklı camsı yüzeyler sağlarlar. % 15–25 oranında kireç ilgi çekici şekilde anti ergitici ve donuklaştırıcı rolü oynar. Daha yüksek miktarlarda ise sırda mat ve mikro–kristal yüzey oluşturur.

4.3.2. Sodyum ve Potasyum Feldispat

Sodyum ve potasyum feldispat (Albit–$Na_2O.Al_2O_3.6SiO_2$, Ortoklas–$K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$) diğer temel yüksek sıcaklık ergiticileridir. Feldispat, alümina ve silikanın yanı sıra önemli miktarda ergitici (sodyum ve potasyum) içerir. Doğal firit olarak nitelenebilen potasyum feldispat 1250 °C civarında camsı ergime oluşturur. Kolay sırlaşmaya yol açtığı ve sadece % 5–10 oranında ikincil ergiticiye ihtiyaç duyduğu için porselen sırında yararlı bir bileşendir. Sırın % 50'sini oluşturmasına rağmen % 85'e kadar kullanılarak süt görünümlü ya da yarı opak sır oluşturur, ancak çatlama eğilimi söz konusudur. Sodyum feldispat, potasyum feldispata benzer olmakla birlikte daha düşük sıcaklıkta ergimekte ve nispeten daha az kullanılmaktadır.

4.3.3. Cornish ya da Carolina Taşı

Bileşimi ve davranışı feldispat ile benzerdir, ancak daha fazla silika içeriğine sahiptir. Dolayısıyla, ergime noktası daha yüksektir. Kalsiyum, magnezyum, flor, demir ve titanyum iz element olarak bulunabilir.

Caroline Whyman: Geniş Çatlaklı Sır (Koni 8)

Cornish taşı	82
Nefelin siyenit	4
Kalsiyum oksit	12
Borokalsit firit	2
Kalsine Çin kili	4
Bentonit	2

Bu reçetede bentonit ve kil, bileşenleri askıya alır ve kuru dayanımı arttır. Nefelin siyenit ve firit ise pişirim sıcaklığını düşürerek sırı daha akışkan hale getirir. Sır püskürtme yöntemiyle kalınca uygulanmalıdır.

4.3.4. Nefelin Siyenit ($K_2O.3Na_2O.4Al_2O_3.9SiO_2$)
Yararlı bir ergitici olup parlak ve berrak sır sağlamasına karşın sır çatlağı oluşturabilmektedir. Feldispat veya Cornish taşından daha düşük sıcaklıklarda ergir ve her ikisinin de yerini alabilir.
Colin Pearson: Ölçülü Parlayan Sır (Koni 7–8 oksitlenme)

Nefelin siyenit	40,3
Lityum karbonat	4,3
Kalsiyum oksit	8,7
Kuvars	46,6
Bentonit	2

4.3.5. Ahşap Külü
Oldukça güçlü bir ergiticidir. Yüksek oranda sodyum, potasyum ve kalsiyum içermektedir. Bazıları suda çözünüp cildi tahriş edebildiğinden dikkatli kullanılmalıdır. Ahşap külü, silika, alümina ve az miktarda diğer bileşenlerden oluşmaktadır. Kül içeren sırlar kırık dokulu yüzey olarak nitelenir. Akmaya eğilim yüksek olduğu için porselenlerde büyük özenle kullanılmalıdır. Kül sırındaki titanyum oksit ile diğer oksitler ebruli ve açık renkler oluşturur. Tipik kül sırı için eşit oranda ahşap külü, feldispat ve kil veya 2 oran ahşap külü, 1 oran kil uygundur. Dolomit, talk, magnezyum karbonat, baryum karbonat, kolemanit, lityum karbonat, petalit, kemik külü, titanyum dioksit, çinko oksit ikincil ergitici olarak kullanılmaktadır [16].

5. SIR UYGULAMA YÖNTEMLERİ

5.1. Daldırma
En basit, verimli ve hızlı bir teknik olup düşük sermaye yatırımı gerektirir. Porselen bünye sıra daldırılır, boşluklu porselen bünyesi sır çamurunu emerek yüzeyinde ince bir film tabakası oluşturur. Bu yöntemde başarı operatörün tecrübesine bağlıdır. Pişirilmiş ürünün yüzey dokusu birçok faktörden etkilenir: sır çamurunun yoğunluğu, ağdalığı, tiksotropisi, sırın içindeki katı tanecik boyutu, bünyenin porozitesi, sır kalınlığı, daldırma süresi ve çamur katkıları [2, 11, 15].

5.2. Püskürtme
Püskürtme yöntemi, pistole adı verilen araçla seramik yüzeyinde ince bir tabaka oluşturarak yapılan sırlama işlemidir. Püskürtme yöntemi ile sırlamayı etkileyen faktörler şunlardır:

- Pistolenin püskürtme ağız açıklığı
- Püskürtme basıncı
- Sırın kıvamı (yoğunluğu)
- Püskürtme mesafesi

Püskürtme otomatik ya da manuel yapılabilir. Bu yöntem operatörün tecrübesine dayandığından sırlayan kişi seramik yüzeyine sırı eşit şekilde uygulamalıdır. Aksi halde sır hataları ve pişirim sonrası renk tonu farklılıkları meydana gelir [2, 11, 17].

5.3. Akıtma veya Şelale

Akıtma yöntemi ile sırlama, sırın dairesel bir yüzeyin orta merkezinden sürekli akması sonucu ince film meydana getirerek yatay ürünlerin üzerinde sır tabakası oluşturma işlemidir. Sabit olan akıtma sisteminin bantta yatay biçimde ilerleyen ürünlerin üzerine akmasıyla sırlama gerçekleştirilir. Eğimli metal akıtma sistemine kampana adı verilmektedir. Kampananın merkezinden dökülen sır ince film halinde yayılarak akar. Bant hızı ayarlanarak sır kalınlığı belirlenir [2, 11, 17].

5.4. Fırça ile Boyama

Bazı sırlar porselen üzerine fırça ile boyamaya uygundur. Çok düzgün yüzeye, kristal sırlar gibi oldukça akışkan, seramiğin üst kısmına daha kalın, alt kısmına daha ince şekilde fırçayla sürülebilen sırlardır. Sır fırça ile uygulandığında % 0,5 oranında sır bağlayıcısı ya da karboksi metil selülöz (CMC) tutkalı eklenmelidir. Bu, sır tabakasının bisküviye bağlanmasını sağlayarak fırına yüklemede taşıma kalitesini arttırır [2, 11, 17].

6. PORSELEN BÜNYE İLE İLGİLİ SON DÖNEM GELİŞMELERİ

Karasu ve arkadaşları albit flotasyon ve triyaj atıklarının stoneware ve porselen bünyelerin özelliklerine ve mikro yapılarına etkilerini incelemişlerdir [18-19]. Sheets Avrupa ve Asya porselenlerinden ağır metal salınımı üzerine çalışmalar yapmıştır [20]. Tai ve ark. feldispat, kuvars ve alümina oranı yüksek çimento gibi plastik olmayan hammaddeleri kullanarak yeni anortit porselen bünyeler üretmişler ve özelliklerine bakmışlardır [21]. Lee ve ark. ZnO katkısının porselen bünyelerin kristalleşme davranışı ve mekanik özelliklerine etkisini araştırmışlardır [22]. Eren ve ark. da benzer şekilde çinko oksitin nasıl bir etkide bulunduğuna dair çalışmalar gerçekleştirmişlerdir [23]. Demirkiran ve ark. zeolit katkısının porselen bünyenin sinterlenme kinetiğini nasıl etkilediğini incelemişlerdir [24]. Mukhopadhyay ve ark. geleneksel porselen bünye reçetesine profilliti kaolen ve kuvars yerine 1:2 oranında katarak nihai ürünün mekanik özelliklerini ve mikro yapısını belirlemişlerdir [25]. Yürüyen ve Toplan cam atığı ve uçucu külü ergitici eleman olarak porselen bünyeye ilave edip sinterleme kinetiğini çalışmışlardır [26]. Kivitz ve ark. yeni bir yaklaşımla porselen sofra ürününün pişirim sıcaklığını düşürmek üzere yüksek reaktifliğe sahip mikron altı ve nano boyutlu hammaddeleri kullanmışlardır [27]. Li ve ark. mikro–ark oksitlenmesinin titanyum–porselen bağlanma mukavemetini nasıl etkilediğine dair bir araştırma gerçekleştirmişlerdir [28]. Mukhopadhyay ve ark. geleneksel porselen bünye bileşiminde kuvarsın tamamının yerine uçucu kül ekleyerek fiziko–kimyasal ve mekanik özellikleri araştırmışlardır [29]. Çapoğlu gündelik kullanıma uygun, düşük kil içerikli yarı şeffaf beyaz ürün geliştirerek özelliklerini karakterize etmiştir [30]. Güngör ve Ay, bor içerikli firit kullanımının ve ayrıca kuvars tane boyutunun yumuşak porselen bünye özelliklerine etkisini incelemişlerdir [31–32]. Junkes ve ark. araştırmalarında mineral ve kil atıklarını değerlendirerek porselenimsi bünye üretmeyi hedeflemişlerdir [33]. Ke ve ark. kil, kuvars, alümina, feldispat ve 3 farklı CaO kaynağı ile anortit–esaslı porselen üretmişlerdir [34]. Kool ve ark. geçiş metal oksitlerini kullanarak katı

hal sinterlemesiyle, anti-bakteriyel özelliğe sahip müllitle kuvvetlendirilmiş porselen kompozit elde etmişlerdir [35]. Gouvêa ve ark. porselen bünyede sinterlenmeyi arttıran eleman olarak kemik külünü kullanmışlardır [36]. Türkmen ve ark. kuvars, potasyum feldispat ve kaolen karışımına wollastonit ilave edip çamur döküm yöntemiyle sert porselen üretmişlerdir [37]. Lerdprom ve ark. porselen süreç parametrelerini optimize edip toplam enerji tüketimini ve gaz salınımını düşürmek üzere bir araştırmaya imza atmışlardır [38]. Akpınar ve ark. kalsine kolemaniti sinterlenmeyi arttırıcı bileşen şeklinde bünyeye katarak sert porselen üretmeye çalışmışlardır [39]. Genelde porselen atıkları porselen bünye bileşimlerinde kullanılamamaktadır. Ancak, Nodeh bu grup atıkların sert porselen bünyede değerlendirilmesi üzerine yaptığı araştırmada pişirim sıcaklığını ve lineer genleşmeyi düşürücü etkide bulunduklarını belirlemiştir [40]. Sokolář ve ark. porselen pişirim sıcaklığını düşürmeyi hedefleyerek farklı akışkanlaştırıcıların etkilerine bakmışlardır [41].

7. PORSELEN SIRLARINA DAİR SON GELİŞMELER

Karasu ve arkadaşları yumuşak porselenlere uygulanmak üzere çinko kristal sırlarını, albit triyaj atığının yumuşak porselen kristal sırlarında değerlendirilmesini, bu atıkların kristalin sırlardaki etkilerini, çeşitli renklendirici oksitlerin yumuşak porselen çinko kristal sırlarında makro yapı harmonisini, limonitin yumuşak porselen şeffaf ve çinko kristal sırlarında kullanımını, akışkanlaştırıcı karakter taşıyan bir doğal taşın yumuşak porselen kristal sırlarında değerlendirilmesini, farklı renklendirici oksitlerin çinko kristal sırlarındaki etkilerini, Etibor Kırka Boraks İşletmesi konsantratör atıklarının alternatif ergitici olarak yumuşak porselen opak sırlarında kullanımını, kobalt ve bakır içeriği açısından zenginleştirme işlemine tabi tutulmuş bakır izabe cüruflarının çini dekorlarında renklendirici olarak değerlendirilmesini, villemit katkısının çinko içeren yumuşak porselen kristal sırlarına etkisini ve fosfor ışıl pigmentlerin çini dekorlarında kullanımını detaylı bir biçimde araştırmışlardır [42–61]. Tulyaganov ve ark. sofra ürünü sert porselende kullanılmak üzere ZnO içeren yeni sırlar geliştirmişlerdir [62]. Cheng ve ark. tek–kristal anortit porselenine uyumlu bir şeffaf sır tasarlamışlardır [63]. Kalsiyumca zengin ilk Çin sırları yüksek–sıcaklık seramiklerinin geliştirilmesinde önemli bir yere sahiptir. Rehren ve Yin proto–porselen arkeolojik örneklerini ve bunların kopyalanmış numunelerini analiz edip kül oranının, sır karışım hazırlamanın pişirim sıcaklığı ve süresinin ve soğutma rejiminin etkilerini keşfetmişlerdir [64]. Partyka ve ark. kuvars tane boyutunun porselen sırlarının yapısını nasıl etkilediğini incelemişlerdir [65]. Fabbri ve Gualtieri 1743-1760 yıllarına ait Capodimonte porseleninin sırlarının bileşimini ve uygulama tekniklerini araştırmışlardır [66]. Gajek ve ark. bileşime zirkonyum silikat ($ZrSiO_4$) katkısı yapmadan anortit esaslı beyaz porselen sır elde etmeye çalışmışlardır [67].

SONUÇ

Estetikliği, görsel albenisi, harika dekorlarıyla yüzyıllar boyu ayrıcalıkla tercih edilen porselen ürünler bu avantajlarını günümüzde de korumaktadırlar. Önceleri kralların ve zengin insanların sofralarını süsleyen porselenler günümüzde artık her sosyal çevreden insanın kolayca temin edebileceği bir hale gelmişlerdir. Teknolojinin hızla ilerlemesine paralel olarak bu alanda da farklı işlevsellik kazandırılmış ürünlerin keşfine devam edilmektedir.

KAYNAKLAR

[1] Doherty, J., *Ceramic Handbooks: Porcelain*, University of Pennsylvania Press, 2002.

[2] Rado, P., *An Introduction to the Technology of Pottery*, Second Edition, Pergamon Press, 1988.

[3] Güngör, F. E., *Daha Az Enerji ile Yumuşak Porselen Üretiminin İncelenmesi*, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2012.

[4] gokcebey.beun.edu.tr/wp-content/uploads/2012/12/sır-nedir1.ppt, (Erişim tarihi: 15.06.2017).

[5]http://www.turkseramik.com/index.php?PHPSESSID=cef65537f0461e7810d1fe41e2666b56&topic=49.msg127#msg127 (Erişim tarihi: 15.06.2017).

[6]https://yandex.com.tr/gorsel/search?text=antik%20porselen%20g%C3%B6rselleri&stype=image&lr=103835&noreask=1&source=wiz (Erişim tarihi: 15.06.2017).

[7] Tizgöl, K., Dönemsel Gelişimleriyle Çin Seramikleri, Sanat Dergisi, 21–29, 2009.

[8] Ayta, T., Seramik Sırları, Borax Consolidated Limited, Londra, 1976.

[9] http://www.superbrandsturkey.com/2005/kutahyaporselen.pdf (Erişim tarihi: 15.06.2017).

[10]https://yandex.com.tr/gorsel/search?p=6&text=osmanl%C4%B1%20%C3%A7ini%20tabak%20g%C3%B6rselleri&noreask=1&lr=103835 (Erişim tarihi: 15.06.2017).

[11] Dinsdale, A., *Pottery Scence: Materials, Process, and Products*, John Wiley & Sons, 1986.

[12] Tekebaşıoğlu, S., *Avrupa'da Porselen Figür*, Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 1994.

[13] Arcasoy, A., *Seramik Teknolojisi*, Marmara Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anasanat Dalı Yayınları No:2, 1983.

[14] *Seramik ve Cam Teknolojisi, Sır Hazırlama*, MEGEP, Ankara, 2007.

[15] Eppler, R. A., and Eppler D. R., *Glazes and Glass Coatings, Formulation of Glazes*, The American Ceramic Society, Westerville, Ohio, U.S.A., 2000.

[16] Whyman, C., *The Complete Potter Porcelain, Color, Glazes and Glazing*, Boston Book Warehouse, U.S.A., 1994.

[17] *Seramik ve Cam Teknolojisi, Sırlama ve Pişirim*, Ankara, 2007.

[18] Kaya, G., Karasu, B. ve Çakı, M., Albit Flotasyon Atıklarının Stoneware ve Porselen Bünyelerin Özelliklerine ve Mikroyapılarına Etkileri, Seramik Türkiye Dergisi, Seramik Federasyonu, Nisan–Haziran Sayısı, 79–85, 2004.

[19] Kaya, G. ve Karasu, B., Albit Triyaj Atıklarının Stoneware ve Yumuşak Porselen Bünyelerde Alternatif Ergitici Eleman Olarak Değerlendirilmesi, Seramik Türkiye Dergisi, Seramik Federasyonu, Nisan–Haziran Sayısı, 86–92, 2004.

[20] Sheets, R. W., Release of Heavy Metals from European and Asian Porcelain Dinnerware, The Science of the Total Environment 212, 107–113, 1998.

[21] Tai, W.–P., Kimura, K., Jinnai, K., A New Approach to Anorthite Porcelain Bodies Using Nonplastic Raw Materials, Journal of the European Ceramic Society 22, 463–470, 2002.

[22] Lee, S.–M., Kim, S.–K., Yoo, J. W., Kim, H.–T., Crystallization Behavior and Mechanical Properties of Porcelain Bodies Containing Zinc Oxide Additions, Journal of the European Ceramic Society 25, 1829–1834, 2005.

[23] Eren, E., Kara, A., Ay, N., *A Detailed Investigation into Phase and Microstructural Evolution of Zinc Oxide Incorporated Porcelain Bodies*, Procedings of 10th ECerS Congress, Göller Verlag, Baden–Baden, 1589–1595, 2007.
[24] Demirkiran, A. S., Artir, R., Avci, E., Effect of Natural Zeolite Addition on Sintering Kinetics of Porcelain Bodies, Journal of Materials Processing Technology 203, 465–470, 2008.
[25] Mukhopadhyay, T. K., Ghatak, S., Maiti, H. S., Effect of Pyrophyllite Incorporation in Porcelain Composition on Mechanical Properties and Microstructure, Ceramics International 35, 2555–2562, 2009.
[26] Yürüyen, S., Toplan, H. Ö., The Sintering Kinetics of Porcelain Bodies Made from Waste Glass and Fly Ash, Ceramics International 35, 2427–2433, 2009.
[27] Kivitz, E., Palm, B., Heinrich, J. G., Blumm, J., Kolb, G., Reduction of the Porcelain Firing Temperature by Preparation of the Raw Materials, Journal of the European Ceramic Society 29, 2691–2696, 2009.
[28] Li, J.–X., Zhang, Yu–M., Han, Y., Zhao, Yi–M., Effects of Micro–Arc Oxidation on Bond Strength of Titanium to Porcelain, Surface & Coatings Technology 204, 1252–1258, 2010.
[29] Mukhopadhyay, T. K., Ghosh, S., Ghosh, J., Ghatak, S., Maiti, H. S., Effect of Fly Ash on the Physico–Chemical and Mechanical Properties of A Porcelain Composition, Ceramics International 36, 1055–1062, 2010.
[30] Capoglu, A., A Novel Low–Clay Translucent Whiteware Based on Anorthite, Journal of the European Ceramic Society 31, 321–329, 2011.
[31] Güngör, F., Ay, N., *Bor İçerikli Firit Kullanımının Yumuşak Porselen Bünye Özelliklerine Etkisi*, Proceeding of 8th International Industrial Minerals Symposium, 29–30 November, 183–191, 2012.
[32] Güngör, F., Ay, N., *Effect of Quartz Particle Size on the Properties of Soft Porcelain*, Proceeding of 6th International Eskişehir Terra Cotta Symposium, 287–298, 2012.
[33] Junkes, J. A., Prates, P. B., Hotza, D, Segadães, A. M., Combining Mineral and Clay–Based Wastes to Produce Porcelain–Like Ceramics: An Exploratory Study, Applied Clay Science 69, 50–57, 2012.
[34] Ke, S., Cheng, X., Wang, Y., Wang, Q., Wang, H., Dolomite, Wollastonite and Calcite as Different CaO Sources in Anorthite–Based Porcelain, Ceramics International 39, 4953–4960, 2013.
[35] Kool, A., Thakur, P., Bagchi, B., Rajak, U., Das, T., Kar, S., Chakraborty, G., Mukhopadhyay, T. K., Das, S., Effect of Vanadic Anhydride and Copper Oxide on the Development of Hard Porcelain Composite and Its Antibacterial Activity, Journal of Asian Ceramic Societies 2, 297–304, 2014.
[36] Gouvêa, D., Kaneko, T. T., Kahn, H., Conceição, E. S., Antoniassi, J., Using Bone Ash as An Additive in Porcelain Sintering, Ceramics International 41, 487–496, 2015.
[37] Turkmen, O., Kucuk, A., Akpinar, S., Effect of Wollastonite Addition on Sintering of Hard Porcelain, Ceramics International 41, 5505–5512, 2015.
[38] Lerdprom, W., Chinnam, R. K., Jayaseelan, D. D., Lee, W. E., Porcelain Production by Direct Sintering, Journal of the European Ceramic Society 36, 4319–4325, 2016.

[39] Akpinar, S., Evcin, A., Ozdemir, Y., Effect of Calcined Colemanite Additions on Properties of Hard Porcelain Body, Ceramics International 43, 8364–8371, 2017.
[40] Nodeh, A. A., Influence of Bone Porcelain Scraps on the Physical Characteristics and Phase Composition of A Hard Porcelain Body, Boletin De La Sociedad Española De Cerámica Y Vidrio 56, 113–118, 2017.
[41] Sokolář, R., Keršnerová, L., Šveda, M., The Effect of Different Fluxing Agents on the Sintering of Dry Pressed Porcelain Bodies, Journal of Asian Ceramic Societies, http://dx.doi.org/10.1016/j.jascer.2017.06.001, 2017.
[42] Karasu, B., Çakı, M., *Oksitleyici Atmosfer Şartlarında Üretilen Porselenlere Çinko Kristal Sırı Uygulamaları*, 4. Ulusal Seramik Kongresi Bildiriler Kitabı, Eskişehir, 287–293, 1998.
[43] Karasu, B., Turan, S. and Çakı, M., *Scanning Electron Microscopy Studies on the Crystallisation Effects of Zinc in the Soft Porcelain Glazes*, Abstract Book of 14th National Congress on Electron Microscopy with International Participation, Bursa, p. 77, 1999.
[44] Karasu, B., Çakı, M. ve Kılıç, A., *Limonitin Yumuşak Porselen Transparan ve Çinko Kristal Sırlarında Kullanımı*, 8. Denizli Malzeme Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 459–464, 2000.
[45] Karasu, B., Turan, S. and Çakı, M., *The Effect of Heat Treatment on the Crystal Development of Zinc in the Soft Porcelain Glazes*, 10th International Metallurgy and Material Congress Proceedings, İstanbul, 1457–1464, 2000.
[46] Karasu, B., Çakı, M. and Yeşilbaş, Y. G., *Albit Triyaj Atığının Yumuşak Porselen Kristal Sırlarında Değerlendirilmesi*, 10. Uluslararası Metalürji ve Malzeme Kongresi Bildiriler Kitabı, İstanbul, 1465–1472, 2000.
[47] Karasu, B., Çakı, M. and Turan, S., The Development and Characterisation of Zinc Crystal Glazes Used for Amakusa–Like Soft Porcelains, Journal of the European Ceramic Society, 20, [12], 2225–31, 2000.
[48] Karasu, B., Çeşitli Renklendirici Oksitlerin Yumuşak Porselen Çinko Kristal Sırlarında Makroyapı Harmonisi, Seramik Sanat, Bilim ve Teknoloji Dergisi, Türk Seramik Derneği, Sayı 14, 33–35, 2001.
[49] Karasu, B., Çakı, M. and Yeşilbaş, Y. G., The Effect of Albite Wastes on Glaze Properties and Microstructure of Soft Porcelain Zinc Crystal Glazes, Journal of the European Ceramic Society, 21, [8], 1131–38, 2001.
[50] Karasu, B., Turan, S., Effect of Cobalt Oxide and Copper Oxide Additions to Zinc-Containing Soft Porcelain Glazes, American Ceramic Society Bulletin, 80, [9], 41–45, 2001.
[51] Turan, S., Karasu, B., The Effect of Copper Oxide Addition and the Heat Treatment Temperature on the Microstructure of Zinc Containing Soft Porcelain Crystal Glazes, Electron Microscopy and Analysis, Inst. Phys. Conf. Ser., Vol. 168, 315–318, 2001.
[52] Karasu, B., Turan, S., Effects of Cobalt, Copper, Manganese and Titanium Oxide Additions on the Microstructures of Zinc Containing Soft Porcelain Glazes, Journal of the European Ceramic Society, 22 (9–10), 1447–1455, 2002.

[53] Karasu, B., Kaya, G., Sevim, C. ve Çakır, D., *Akışkanlaştırıcı Karakter Taşıyan Doğal Taşın Yumuşak Porselen Kristal Sırlarında Kullanımı*, III. Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 262–267, 2003.

[54] Özel, E., Turan, S., Karasu, B., *Effect of Willemite Crystals and Willemite Pigment Addition on the Microstructure of Zinc Containing Soft Porcelain Crystal Glazes*, 8. Avrupa Seramik Kongresi Özetler Kitabı, 217 (B3) 2003.

[55] Karasu, B., Kaya, G., Karalar, M., Use of Concentrator Wastes of Etibor Kırka Borax Company in Soft Porcelain Opaque Glazes as An Alternative Fluxing Agent, Euro Ceramics VIII, Key Engineering Materials, Vols. 264–68, 2497–2500, 2004.

[56] Karasu, B., Ertorul, U., Özgüneşli, G., Kobalt ve Bakır İçeriği Açısından Zenginleştirme İşlemine Tabi Tutulmuş Bakır İzabe Cüruflarının Çini Dekorlarında Renklendirici Olarak Değerlendirilmesi, Seramik Türkiye Dergisi, Seramik Federasyonu, Ocak–Mart Sayısı, 62–65, 2004.

[57] Özel, E., Badem, Y., Turan, S., Karasu, B., *Effect of Nucleating Agent on the Crystallization Behaviour and Microstructure of Zinc Containing Soft Porcelain Crystal Glazes*, Abstract Book of the ECERS Topical Meeting "Reliability of Ceramics", Cracow, Poland, p. 52, 2006.

[58] Özel, E., Turan, S., Karasu, B., *Villemit Katkısının Çinko İçeren Yumuşak Porselen Kristal Sırlarına Etkisi*, Uluslararası Katılımlı 18. Ulusal Elektron Mikroskopi Kongresi Özetler Kitabı, 72, 2007.

[59] Karasu, B., Yavaş, M., Crystalline Glazes (A Review), Seramik Türkiye Bilim Teknik ve Endüstri Dergisi, Seramik Federasyonu, Sayı: 50, 104–111, 2016.

[60] Karasu, B., *The Time Journey of Crystalline Glazes*, Abstract Book of International Conference on Traditional and Advanced Ceramics 2017 (ICTA2017) in conjunction with ASEAN Ceramics 2017, Bangkok, Thailand, 2017.

[61] Pekkan, K., Taşcı, E., Gün, Y., Kaymak, K., Acer, O., Karasu B., *Fosforesans Pigmentler için Çini Sırı Geliştirilmesi, Üretimi ve İlgili Bünyeler Üzerine Uygulanması*, TÜBİTAK 3001 Projesi, 114M135, Proje Son Raporu, 2017.

[62] Tulyaganov, U., Agathopoulos, S., Fernandes, H. R., Ferreira, J. M. F., The Influence of İncorporation of ZnO–Containing Glazes on the Properties of Hard Porcelains, Journal of the European Ceramic Society 27, 1665–1670, 2007.

[63] Cheng, X., Ke, S., Wang, Q., Wang, H., Shui,A., Liu, P., Characterization of Transparent Glaze for Single–Crystalline Anorthite Porcelain, Ceramics International 38, 4901–4908, 2012.

[64] Rehren, Th., Yin, M., Melt Formation in Lime–Rich Proto–Porcelain Glazes, Journal of Archaeological Science 39, 2969–2983, 2012.

[65] Partyka, J., Gajek, M., Gasek, K., Effects of Quartz Grain Size Distribution on the Structure of Porcelain Glaze, Ceramics International 40, 12045–12053, 2014.

[66] Fabbri, B., Gualtieri, S., Capodimonte Porcelain: Glaze Composition and Its Technological Implications, Ceramics International 41, 2318–2327, 2015.

[67] Gajek, M., Partyka, J., Rapacz–Kmita, A., Gasek, K., Development of Anorthite Based White Porcelain Glaze without $ZrSiO_4$ Content, Ceramics International 43, 1703–1709, 2017.

THE USE OF ÇAYIRHAN THERMAL POWER PLANT ASH IN TRANSPARENT AND MATTE GLAZE COMPOSITION

Öznur YILDIRIM[1], Canan GÜNE [2], Münevver ÇAKI[3]

[1,3] Anadolu University, Faculty of Fine Arts, Department of Ceramic Arts, Eski ehir, Turkey

[2] Dumlupınar University, Faculty of Fine Arts, Ceramics-Glass Department, Kütahya, Turkey

ABSTRACT

Fly ash developed as a result of the combustion of various types of coal in thermal power plant; is used in many industrial fields such as production of cement, concrete, brick, stabilization of ground, growing plants, packing material. The use of it in ceramics industry varies as ceramic clay body, glaze, engobe and stain (pigment). Main compounds of these ashes, whose chemical structure differs depending on the structure of the coal, its geological origin, conditions of production, are SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3 and CaO. In this study, raw and calcined Çayırhan thermal power plant fly ash used as colorant in transparent and matte stoneware glaze compounds at 900°C. Color tones ranging from light mustard color to dark mustard color and Brown were obtained after glaze firing.

Keywords: Fly Ash, Transparent Glaze, Matte Glaze, Colorant

1. INTRODUCTION

Fly ash which is a general name for the ash developed as combustion of coal to produce electricity, are collected by mechanical and electrostatic methods it can not spread out of the smokestack in that way to harm the environment is prevented (Türker, Erdoğan, Katnaş, Yeğinobalı, 2009, p: 5). There are 11 thermal power plants in Turkey. These are Afşin-Elbistan, Çatalağzı, Çayırhan, Kangal, Kemerköy, Orhaneli, Seyitömer, Soma, Tunçbilek, Yatağan and Yeniköy (Güler, Güler, İpekoğlu, Mordoğan, 2005, p: 419).

Thermal power plant ash, which is mainly recycled as an additive to cement and concrete, grabs the interests of the people who work in ceramics field (Çil, 2003, p: 216). It is quite important to increase the areas of usage in terms of recycling since it is

a waste material. There are many studies related to the use of fly as a glaze raw material taken from various thermal power plants in Turkey.

It has been stated in the performed researches that fly ash is used as colorant and raw material in glaze and body and successful results are obtained. Doğru was used Seyitömer thermal power plant fly ash for the colorization of floor and wall tile glazes. Successful results for industrial use of ash were obtained ranging from light cream and brown to greenish brown and shades of green in the practices with pigments which were prepared in Ash-Al_2O_3 - Cr_2O_3 ternary system (Doğru, 2004, p: 51).

In another study, Tunçbilek thermal power plant fly ash was used in stoneware glazes instead of kaolin, feldspar and quartz and in stoneware bodies instead of kaolin, clay and quartz (Aydaşgil, 2003, p: 57).

The results have shown that ash has the capacity to be used as raw material in stoneware bodies and glazes. Taçyıldız, was used Seyitömer thermal power plant fly ash as colorant raw material in ceramics glazes which develop at 1000-1100 ^{0}C temperature range. As a result, glazes ranging from light brown to dark brown were obtained in oxidation firing environment (Taçyıldız, 2015, p: 21-26).

In this study, the possibilities of using Çayırhan thermal power plant ash in transparent and matte stoneware glaze compositions and colorization with various oxides at 1160^{0}C are going to be discussed.

2. EXPERIMENTAL STUDIES

Ankara- Nallıhan- Çayırhan thermal power plant Fly ash was used for the colorization of transparent and matte stoneware glazes after it had been calcined. In the first stage raw ash was grinded in ball mill for about 1 hour and dried, it was fired at 1160^{0}C in order to determine its colorant and melting properties and then it was calcined at 900 °C and wet grinded in ball mill for an hour, dried by being sifted in a 100 mesh sieve. After raw and calcined ash, transparent and matte glaze raw materials had been measured in determined amounts, each mixture was grinded homogenously in ball mills for 15 minutes, sieved in 100 mesh. It was applied on stoneware sheets, whose biscuit firing

had been performed at 1000 ºC, by pouring method. Standard transparent glaze (STG), standard matte glaze (STM) containing uncalcined raw ash glazes (RG, RM), containing calcined ash glazes (CG, CM) are coded as in the parentheses. In the final stage glaze containing 45% ash was colored with CuO, MnO, Fe_2O_3, CoO and Cr_2O_3. Glaze firing was performed at 1160 ºC.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Chemical analysis results of Ankara- Nallıhan- Çayırhan thermal power plant ash and other raw materials used in transparent and matte glaze recipes are given in table 1.
Color and melting properties of Çayırhan thermal power plant ash in the raw and after firing at 1160 ºC were given in Figure 1. Fly ash is brownish gray color in the raw. It became the milky brown color at 1160 ºC. Partial sintering was observed.

(a) **(b)**

Figure 1. Natural appearance of Çayırhan thermal power plant (a) and color change after being fired at 1160°C (b)

Table 1. Chemical analysis of ash and other raw materials (by wt. %)

Oxide	Sodium feldspar	Potassium feldspar	Ulexite	Kaolin	Quartz	Calcite	Çayırhan thermal power plant ash
SiO_2	72,10	71,11	4,16	70,28	99,21	0,52	47,6372
Al_2O_3	15,96	15,58		13,92	-	0,68	14,4315
Fe_2O_3	0,24	0,20	0,10	1,80	0,18	0,07	7,7209
CaO	0,50	0,37	24,71	2,51	0,08	56,97	12,6162
MgO	0,10	0,07	2,77	1,83	-	1,36	6,4352
Na_2O	10,24	2,52	9,30	-	0,38	-	2,0393
K_2O	0,13	9,61		2,64	0,12	-	2,4703
TiO_2	0,12	0,03		-	-	-	0,7438
B_2O_3	-	-	34,93	-	-	-	-
MnO	-	-		-	-	-	0,1037
Cr_2O_3	-	-		-	-	-	0,0847
*A.K.	0,43	0,47	23,09	6,71	0,02	40,40	1,8280

*A.K. Loss of Ignition

Standard transparent and matte glaze compounds were given in table 2; glaze compounds containing ash are given in table 3 and 4. 40-95 % of ash is used in transparent glaze compound and 40-60% of ash is used in matte glaze compound.

Table 2. Standard Transparent (STG) and Matte Glaze (STM) Compositions

Raw materials	Compound (by weigh %)	
	Transparent Glaze	Matte Glaze
Sodium feldspar	20	-
Potassium feldspar	20	49
Ulexite	30	-
Kaolin	10	19
Quartz	20	5,5
Calcite	-	18
ZnO	-	8,5

Table 3. Transparent Glaze Compositions Containing Ash

Recipe No	Ash	Sodium feldspar	Potassium feldspar	Ulexite	Quartz	Kaolin
G1	95	1	1	1,5	1	0,5
G2	90	2	2	3	2	1
G 3	85	3	3	4,5	3	1,5
G 4	80	4	4	6	4	2
G 5	75	5	5	7,5	5	2,5
G 6	70	6	6	9	6	3
G 7	65	7	7	10,5	7	3,5
G 8	60	8	8	12	8	4
G 9	55	9	9	13,5	9	4,5
G10	50	10	10	15	10	5
G 11	45	11	11	16,5	11	5,5
G 12	40	12	12	18	12	6

Both calcined at 900 °C and uncalcined Çayırhan thermal power plant ash were used with an amount of 95-40 % in transparent glaze recipes with alkaline and boron. Melting was not occured in glazes where 95, 90, 85, 80, and 75 % of raw ash was used, the color was brown. Partial melting was observed in glazes containing 65 and 70 % of ash and the color became yellowing brown. The surface was not shiny. Glazes containing 55 – 40 % of ash was silk matte soft, and it created a color scale ranging from dark mustard color to light mustard color (Figure 2).

STG (Standard Transparent Glaze)

RG3 RG4

RG5 RG6 RG7 RG8

RG9 RG10 RG11 RG12

Figure 2. Surface appearances of standard transparent (STG) and containing uncalcined raw ash glazes (RG) after being fired at 1160 °C.

Differences were observed in the development of melting and color properties of glazes after calcined Çayırhan glaze had been added to the transparent glaze. Melting was not observed when 95-90 % of calcined raw was added to glazes. Melting started on the surface when 85 % calcined ash was added and a melted matte surface occurred when 80% ash was added, it was observed that the color turned from yellowish red brown to mustard color. Glazes containing 70-45 % of calcined ash had silk matte texture. The

surface was shiny and the color was light mustard color in glaze containing 40 % ash (Figure 3).

STG (Standard Transparent Glaze)

CG1 CG2 CG3 CG4

CG5 CG6 CG7 CG8

CG9 CG10 CG11 CG12

Figure 3. Surface appearances of standard transparent (STG) and containing calcined ash glazes (CG) after being fired at 1160 °C.

In the second group, Çayırhan thermal power plant was used with the amounts of 40-60 % as glaze compounds in matte glaze receipts containing zinc (Table 4). When this amount of raw and calcined ash was used in glazes, successful results were obtained, glazes with mustard color shades and silk matte soft were obtained.

Table 4. Matte Glaze Compositions Containing Ash

Recipe No	Ash	Potassium feldspar	Kaolin	Calcite	Quartz	ZnO
M1	60	19,6	7,6	7,2	2,2	3,4
M2	55	22,05	8,55	8,1	2,47	3,82
M3	50	24,5	9,5	9	2,75	4,25
M4	45	26,95	10,45	9,9	3,02	4,67
M5	40	29,4	11,4	10,8	3,3	5,1

STM (Standard Matte Glaze)

RM1 RM2 RM3 RM4 RM5

Figure 4. Surface appearances of standard matte (STM) and containing uncalcined raw ash glazes (RM) after being fired at 1160 °C.

The glaze did not develop in matte glazes containing uncalcined raw ash when 60 % or more ash was added. Big differences were not observed in the development of melting and color properties of glazes after calcined Çayırhan fly ash had been added to the matte glaze. When the amount of raw and calcined ash additive increased, the color of the glazes were became darker (Figure 5).

STM (Standard Matte Glaze)

CM1 CM2 CM3 CM4 CM5

Figure 5. Surface appearances of standard matte (STM) and containing calcined ash (CM) glazes after being fired at 1160 °C.

In the final stage; among transparent and matte glaze groups, glazes with code CG11 and CM4, which contained 45 % ash, were chosen and colored with some colorant metal oxides. The amount of colorant oxide was determined as 3%. CuO, MnO, Fe_2O_3, CoO and Cr_2O_3 were the oxides that were determined as colorants (Figure 6). CuO was created greenish black in matte glazes and yellowish brown in transparent glazes; it was determined that it created dullness on the surface of the transparent glaze. MnO was created dull brown in matte glazes, produced yellowish brown results in transparent glazes; it was determined that it created dullness on the surface of the transparent glaze. Generally, Fe_2O_3 (Genç, 2013, s: 80-81), creates yellow, brown, red brown, burgundy colors in glazes, it created dull brown-black color in matte glaze with ash additive and shiny red brown color in transparent glazes. CoO additive was created brown-black color in matte glazes, it created silk matte black color glaze surfaces in transparent glaze compounds. Cr_2O_3 was created brown in matte glaze and black in transparent glaze. When chromium oxide and zinc were used together in glazes it created brown results (Rhodes, 1973, s:93-210).

Figure 6. Surface appearances of standart matte (STM-CM), transparent (STG-CG) and containing calcined ash glazes which were colored with 3% CuO, MnO, Fe_2O_3, CoO and Cr_2O_3 (1160°C)

Figure 7. Ceramic form glazed with CG11-CuO and CM4-Fe_2O_3

4. CONCLUSION

When Çayırhan thermal power plant fly ash is used in transparent and matte stoneware glaze with various amounts, results ranging from terracotta color to yellowish mustard color are obtained at 1160 °C. It has been seen through coloring tests that by using CuO, MnO, Fe_2O_3, CoO and Cr_2O_3, green, brown and black colors transparent and matte glazes which can be used in artistic forms are obtained. It has been determined that calcination affects the melting properties in calcined and uncalcined raw transparent glazes. It has also been observed that over 70 % uncalcined ash and over 85 % calcined ash additive increases the melting temperature of the glaze. Obtained results show that Çayırhan thermal power plant fly ash can be used as an in-glaze colorant component with rich visual effects for artistic ceramics. It is thought that this material can be utilized by using at different firing and calcination temperatures in different glaze compositions.

REFERENCES

[1] Türker, P., Erdoğan, B., Katnaş, F., Yeğinobalı, A., (2009) *Classification and Properties of Fly Ashes in Turkey,* Turkish Cement Manufacturers' Association, 4th Edition, Fersa Publishing, Ankara.

[2] G. Güler, E. Güler, Ü. İpekoğlu, H. Mordoğan, (2005) *Properties and Uses of Fly Ashes,* Turkey 19th International Mining and Fair Congress Proceeding Book, 419-423.

[3] Çil, İ., (2003) *Use of Fly Ashes in Concrete Construction,* 56th Geological Congress of Turkey Proceedings Book, 216-219.

[4] Doğru, G., *The Use of Seyitömer Thermal Energy Plant's Fly Ashes in Colouring the Floor and Wall Tile Glazes,* Graduate Thesis, Anadolu University, Institute of Natural and Applied Sciences,Eskişehir, 2004.

[5] Karasu, B., Çakı, M., Güray, K. ve Aydaşgil, A., *Tunçbilek Termik Santral Uçucu Küllerinin Bazı Stoneware Sırlarında Değerlendirilmesi*, Seramik Türkiye Dergisi, Ocak-Mart, 3, 66-69, 2004.

[6] Aydaşgil, A., *Tunçbilek Termik Santral Küllerini Stoneware Bünye ve Sırlarında Kullanımı*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2003.

[7] Taçyıldız, E., *Use of Fly Ashes as a Raw Meterial and Colourant in Glazes,* Mesleki Bilimler Dergisi, March, 4, 21-26, 2015.

[8] Genç, S., (2013). *Sır Sanatı Artistik Seramik Sırları,* Boyut Matbaacılık, İstanbul, 78, 80- 81.

[9] Rhodes, D. (1973). *Clay and Glazes for the Potter,* Chilton Book Company, Rad-nor, Pennsylvania, USA, 93-210.

ÇAYIRHAN TERM K SANTRAL KÜLÜNÜN SAYDAM VE MAT SIR B LE M NDE KULLANIMI

Öznur YILDIRIM[1], Canan GÜNE [2], Münevver ÇAKI[3]

[1,3]Anadolu Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik Bölümü, Eski ehir, Türkiye

[2]Dumlupınar Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik-Cam Bölümü, Kütahya, Türkiye

ÖZET

Termik santrallerde çeşitli kömür türlerinin yanması sonucu ortaya çıkan uçucu küller; çimento, beton, tuğla yapımından, zemin stabilizasyonuna, bitki yetiştirilmesinden dolgu malzemesine, birçok endüstri alanında kullanılmaktadır.

Seramik endüstrisinde kullanımı ise seramik çamur, sır, astar ve boya (pigment) olarak çeşitlilik göstermektedir. SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3 ve CaO kimyasal bileşenleri, yanan kömürün yapısına, jeolojik kökenine, üretim koşullarına göre değişkenlik gösteren bu küllerde bulunan başlıca bileşenlerdir.

Bu çalışmada ham ve 900 °C'de kalsine edilmiş Çayırhan termik santrali külü saydam ve mat stoneware sır bileşimlerinde renklendirici olarak kullanılmıştır. Sırlı pişirim sonrası; açık hardal renginden koyu hardal ve kahverengiye değişen renk tonları elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Uçucu Kül, Saydam Sır, Mat Sır, Renklendirici.

1. G R

Genellikle elektrik üretimi için yakılan kömürlerin oluşturduğu küllerin genel ismi olan uçucu küller, mekanik ve elektrostatik yöntemlerle toplanarak santral bacalarından dışarı çıkıp çevreye zarar vermesi önlenir (Türker, Erdoğan, Katnaş, Yeğinobalı, 2009, s:5). Türkiye'de 11 adet termik santral bulunmaktadır. Bunlar; Afşin- Elbistan, Çatalağzı, Çayırhan, Kangal, Kemerköy, Orhaneli, Seyitömer, Soma, Tunçbilek, Yatağan ve Yeniköy'dür (Güler, Güler, İpekoğlu, Mordoğan, 2005, s:419).

Başta çimento ve beton katkısı olarak geri dönüşümü sağlanan termik santral baca külleri seramik alanında çalışanların da dikkatini çekmektedir (Çil, 2003, s: 216). Atık bir malzeme olması nedeniyle geri dönüşüme kazandırılması açısından kullanım alanlarının çoğaltılması oldukça önemlidir.

Türkiye'de bulunan çeşitli termik santrallerden alınan uçucu küllerin sır hammaddesi olarak değerlendirilmesi üzerine birçok çalışma bulunmaktadır. Yapılan araştırmalarda, termik santral uçucu küllerinin sır ve bünyede renklendirici ve hammadde olarak yer aldığı ve olumlu sonuçlar alındığı belirtilmektedir.

Doğru; Seyitömer termik santral uçucu külünü yer ve duvar karosu sırlarının renklendirilmesinde kullanmıştır. Kül, Al_2O_3 ve Cr_2O_3 üçlü sisteminde hazırlanan pigmentlerle yapılan uygulamalarda açık krem ve kahverengiden, yeşilimsi kahve ve yeşil tonların doğru değişen endüstriyel kullanıma uygun sonuçlar alınmıştır (Doğru, 2004, s:51).

Bir diğer çalışmada, Tunçbilek Termik Santral uçucu külü stoneware sırlarda kaolin feldspat ve kuvars yerine (Karasu, Çakı, Güray, Aydaşgil, 2004, s:66-69) stoneware bünyelerde kaolin, kil, kuvars yerine (Aydaşgil, 2003, s:57), kullanılmıştır. Alınan sonuçlar külün stoneware bünye ve sırlarında hammadde olarak değerlendirme kapasitesine sahip olduğunu göstermiştir.

Taçyıldız, Seyitömer termik santral uçucu külünü 1000-1100 ^{0}C sıcaklık aralığında olgunlaşan seramik sırlarında renklendirici hammadde olarak kullanmıştır. Sonuç olarak oksidasyonlu pişirim atmosferinde açık sütlü kahveden koyu kahveye doğru değişen sırlar elde etmiştir (Taçyıldız, 2015, s:21-26).

Bu çalışmada ise, Çayırhan termik santral külünün 1160 ^{0}C'de saydam ve mat stoneware sır bileşimlerinde ve çeşitli oksitler ile renklendirilmesinde değerlendirme olanakları araştırılmıştır.

2. DENEYSEL ÇALI MALAR

Saydam ve mat stoneware sırlarının renklendirilmesinde Ankara-Nallıhan- Çayırhan termik santrali külü kalsine edildikten sonra kullanılmıştır. Ham kül, bilyeli değirmenlerde yaklaşık 1 saat süreyle öğütülerek kurutulmuş, külün renklendirme ve erime özelliklerinin saptanması için 1160 ^{0}C'de pişirilmiştir.

Daha sonra 900 °C'de kalsine edilmiş, bilyalı değirmende sulu olarak 1 saat öğütülmüş, 100 mesh'lik elekten geçirilerek kurutulmuştur. Ham ve kalsine edilmiş kül, saydam ve mat sır hammaddeleri belirlenen oranlarda tartıldıktan sonra, her bir karışım bilyalı değirmenlerde 15 dk. homojen olarak öğütülmüş, 100 meşlik elekten geçirilmiştir. 1000ºC'de bisküvi pişirimi yapılmış stoneware plakalar üzerine akıtma yöntemiyle uygulanmıştır. Standart saydam sır (STS), standart mat sır (STM), kalsine edilmemiş, ham kül katkılı sırlar (HS), Kalsine edilmiş kül katkılı sırlar (KS) olarak kodlanmıştır. Son aşamada % 45 kül içeren sır %3 CuO, MnO, Fe_2O_3, CoO ve Cr_2O_3 ile renklendirilmiştir. Sırlı pişirimler 1160ºC'de yapılmıştır.

3. SONUÇLAR VE DE ERLEND RME

Saydam ve mat sır reçetelerinde kullanılan Ankara-Nallıhan- Çayırhan termik santrali külü ve diğer hammaddelerin kimyasal analiz sonuçları çizelge 1'de verilmiştir. Görsel 1'de Çayırhan termik santral külünün doğal halde ve 1160 ºC sıcaklıkta pişirim sonrası renk ve ergime özellikleri görülmektedir. Uçucu kül, doğal halde kahverengimsi gri renktedir. 1160 ºC'de sütlü kahverengine dönüşmüştür. Kısmi sinterleşme gözlenmiştir.

(a) **(b)**

Görsel 1. Çayırhan termik santral külünün doğal görünümü (a) ve 1160ºC' de pişirim sonrası renk değişimi (b).

Çizelge 1. Kül ve diğer hammaddelerin kimyasal analizi (ağırlıkça %)

Oksit	Sodyum feldspat	Potasyum feldspat	Üleksit	Kaolin	Kuvars	Kalsit	Çayırhan termik santral külü
SiO_2	72,10	71,11	4,16	70,28	99,21	0,52	47,6372
Al_2O_3	15,96	15,58		13,92	-	0,68	14,4315
Fe_2O_3	0,24	0,20	0,10	1,80	0,18	0,07	7,7209
CaO	0,50	0,37	24,71	2,51	0,08	56,97	12,6162
MgO	0,10	0,07	2,77	1,83	-	1,36	6,4352
Na_2O	10,24	2,52	9,30	-	0,38	-	2,0393
K_2O	0,13	9,61		2,64	0,12	-	2,4703
TiO_2	0,12	0,03		-	-	-	0,7438
B_2O_3	-	-	34,93	-	-	-	-
MnO	-	-		-	-	-	0,1037
Cr_2O_3	-	-		-	-	-	0,0847
*A.K.	0,43	0,47	23,09	6,71	0,02	40,40	1,8280

Çalışmada kullanılan standart saydam ve mat sır bileşimleri çizelge 2, kül katkılı sır bileşimleri ise çizelge 3 ve 4'de verilmiştir. Saydam sır bileşimi içinde % 40-95, mat sır bileşimi içinde % 40-60 arasındaki oranlarda kül kullanılmıştır.

Çizelge 2. Standart Saydam (STS)ve Standart Mat sır (STM) Bileşimleri

Hammaddeler	Bileşim (ağırlıkça %)	
	Saydam Sır	Mat Sır
Sodyum feldspat	20	-
Potasyum feldspat	20	49
Üleksit	30	-
Kaolin	10	19
Kuvars	20	5,5
Kalsit	-	18
ZnO	-	8,5

Çizelge 3. Kül Katkılı Saydam Sır Bileşimleri

Reçete No	Kül	Sodyum feldspat	Potasyum feldspat	Üleksit	Kuvars	Yıkanmış Uşak kaolini
S1	95	1	1	1,5	1	0,5
S2	90	2	2	3	2	1
S 3	85	3	3	4,5	3	1,5
S 4	80	4	4	6	4	2
S 5	75	5	5	7,5	5	2,5
S 6	70	6	6	9	6	3
S 7	65	7	7	10,5	7	3,5
S 8	60	8	8	12	8	4
S 9	55	9	9	13,5	9	4,5
S10	50	10	10	15	10	5
S 11	45	11	11	16,5	11	5,5
S 12	40	12	12	18	12	6

Alkalili ve borlu saydam sır reçetesinde Çayırhan termik santrali külü kalsine edilmemiş ve 900 ºC'de kalsine edilmiş olarak % 95-40 arasındaki oranlarda kullanılmıştır. % 95, 90, 85, 80 ve 75 oranlarında ham külün kullanıldığı sırlarda erime görülmemiştir, renk kahverengidir. % 65 ve 70 kül içeren sırlarda kısmi erime oluşmuş, renk sarımsı kahverengiye dönmüştür. Yüzey parlak değildir. % 55-40 arasında kül katkısı olan sırlar ipek matı yumuşaklığında, koyu hardal renginden açık hardal rengine bir renk skalası oluşturmuştur (Görsel 2).

STS (Standart Saydam Sır)

HS3

HS4

HS5

HS6

HS7

HS8

HS9

HS10

HS11

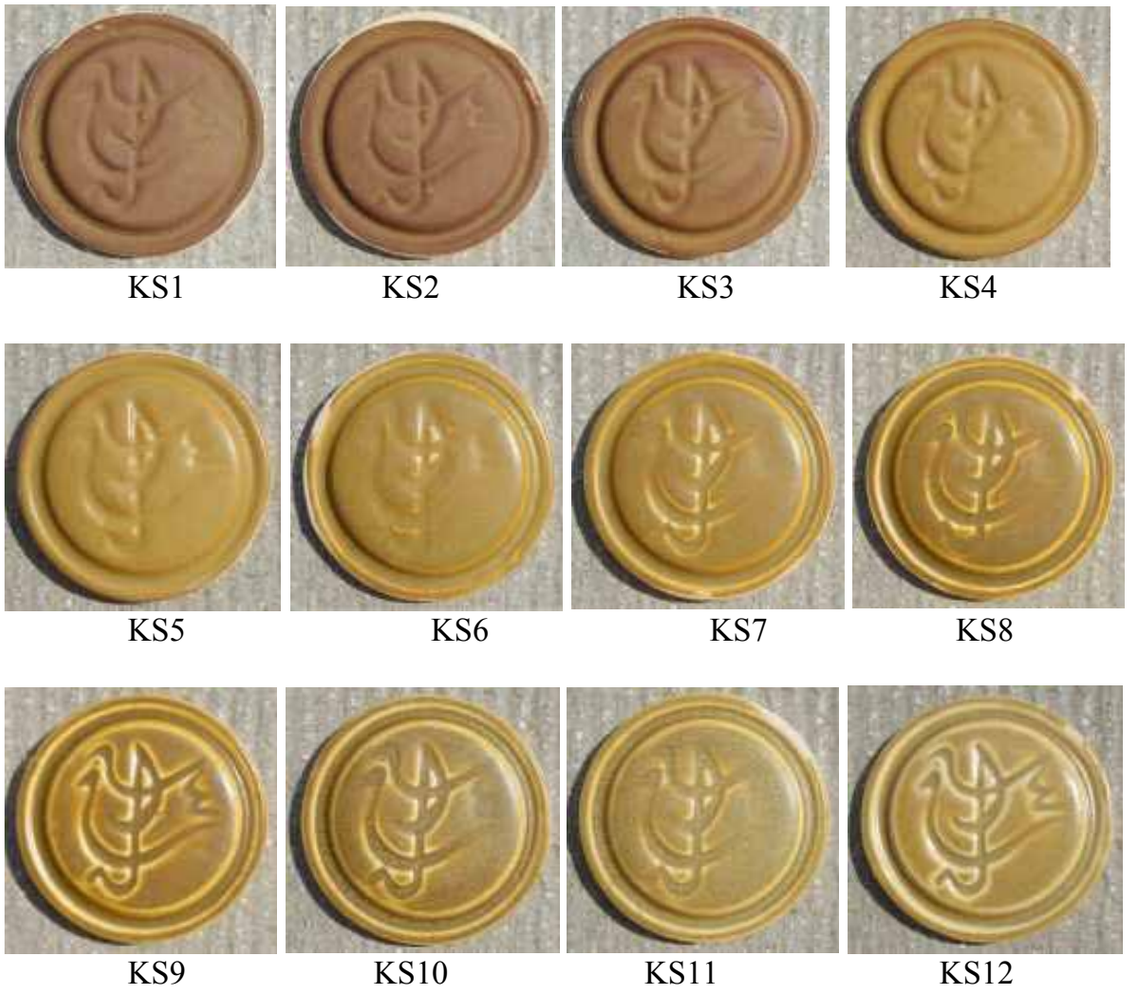
HS12

Görsel 2. Standart (STS) ve kalsine edilmemiş ham kül katkılı saydam sırların (HS) pişme sonrası yüzey görüntüleri (1160 ºC)

Saydam sıra Çayırhan külünün kalsine edildikten sonra ilave edilmesiyle, sırların renk ve erime özelliklerinin gelişiminde farklılıklar olduğu gözlenmektedir. % 95-90 kalsine kül katkılı sırlarda erime meydana gelmemiştir. Sırlı yüzeyde erimenin %85 kalsine kül katkısında başladığı, % 80 kül oranında erimiş mat bir yüzey oluştuğu, rengin sarımsı kızıl kahverengiden hardal rengine doğru döndüğü gözlenmiştir. %70-

45 arasında kalsine kül içeren sırlar ipek matı dokusuna sahiptir. % 40 kül içeren sır yüzeyi parlak, açık hardal rengindedir (Görsel 3).

STS (Standart Saydam Sır)



KS1 KS2 KS3 KS4

KS5 KS6 KS7 KS8

KS9 KS10 KS11 KS12

Görsel 3. Standart (STS) ve kalsine edilmiş kül katkılı saydam sırların (KS) pişme sonrası yüzey görüntüleri (1160 ºC)

İkinci grupta Çayırhan termik santrali külü çinko içeren mat sır reçetesi içinde (Çizelge 4) sır bileşeni olarak % 40-60 arasında kullanılmıştır. Bu oranlarda ham ve

kalsine edilmiş külün kullanıldığı sırlarda olumlu sonuçlar alınmıştır, hardal renginin tonlarında ipek matı yumuşaklığında sırlar elde edilmiştir.

Çizelge 4. Kül Katkılı Mat Sır Bileşimleri

Reçete No	Kül	Potasyum feldspat	Kaolen	Kalsit	Kuvars	ZnO
M1	60	19,6	7,6	7,2	2,2	3,4
M2	55	22,05	8,55	8,1	2,47	3,82
M3	50	24,5	9,5	9	2,75	4,25
M4	45	26,95	10,45	9,9	3,02	4,67
M5	40	29,4	11,4	10,8	3,3	5,1

STM(Standart Mat Sır)

HM1 HM2 HM3 HM4 HM5

Görsel 4. Standart (STM) ve ham kül katkılı mat sırların pişme sonrası yüzey görüntüleri (1160 ºC)

Kalsine edilmemiş ham kül katkılı mat sırda % 60 kül katkısının üzerinde sırın gelişmediği gözlemlenmiştir. Mat sıra Çayırhan külünün kalsine edildikten sonra ilave edilmesiyle, renk ve erime özelliklerinin gelişiminde büyük farklılık olmadığı belirlenmiştir (Görsel 5).

STM(Standart Mat Sır)

KM1 KM2 KM3 KM4 KM5

Görsel 5. Standart (STM) ve kalsine edilmiş kül katkılı mat sırların pişme sonrası yüzey görüntüleri (1160 ºC)

Son aşamada saydam ve mat sır grubundan % 45 kül içeren saydam KS11 ve mat KM4 kodlu sırlar seçilerek bazı renklendirici metal oksitlerle renklendirilmiştir. Renklendirici oksit oranı %3 olarak belirlenmiştir. CuO, MnO, Fe_2O_3, CoO ve Cr_2O_3 renklendirme için belirlenen oksitlerdir (Görsel 6). CuO, mat sırda yeşilimsi siyah, saydam sırda ise parlak koyu yeşil renk oluşturmuştur. MnO ise mat sırda donuk kahverengi, saydam sırda ise sarımsı kahverengi sonuçlar vermiş, saydam sır yüzeyinde matlık oluştuğu belirlenmiştir. MnO seramik sırlarında kahverengi renklerini elde edilmesi için kullanılmaktadır. Genel olarak sırlarda sarı, kahverengi, kızıl kahverengi, şarap kırmızı renkler veren Fe_2O_3 (Genç, 2013, s: 80-81), kül katkılı mat sırda donuk, saydam sırda ise parlak kızıl- kahverengi tonlarında renk vermiştir. CoO ilavesi ile mat sırda kahverengi-siyah, saydam sır bileşiminde ise ipek matı siyah renkte sır yüzeyleri elde edilmiştir. Cr_2O_3 mat sırda kahverengi, saydam sırda ise siyah renk vermiştir. Krom oksit ve çinko sırlarda birlikte kullanıldığında kahverengi sonucunu vermektedir (Rhodes, 1973, s:93-210).

Görsel 6. % 3 CuO, MnO, Fe_2O_3, CoO ve Cr_2O_3 ile renklendirilen standart ve kalsine edilmiş kül katkılı mat ve saydam sırların yüzey görüntüleri (1160 ºC)

Görsel 7. KS11-CuO ve KM4- Fe_2O_3 ile sırlanmış seramik form.

2. GENEL SONUÇLAR

Çayırhan termik santrali uçucu külünün saydam ve mat stoneware sır bileşimlerinde çeşitli oranlarda kullanılmasıyla 1160 ºC'de terrakota renginden, sarımsı hardal rengi tonlarında değişen sonuçlar alınmıştır. CuO, MnO, Fe_2O_3, CoO ve Cr_2O_3 ile yapılan renklendirme denemeleri ile artistik formlarda kullanılabilecek yeşil, kahverengi ve siyah renklerinde saydam ve mat sırlar elde edilmiştir. Kalsine edilmiş ve kalsine edilmemiş ham saydam sırlarda kalsinasyonun erime özelliğini etkilediği saptanmıştır. Saydam sırda % 70'in üzerinde kalsine edilmemiş kül ve % 85 üzerinde kalsine edilmiş kül ilavesinin sırın erime sıcaklığını arttırdığı gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, Çayırhan termik santrali uçucu külünün sanatsal seramiklerde zengin görsel etkiye sahip sıriçi renklendirici bileşen olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Bu malzemenin; farklı sır bileşimlerinde, farklı pişirim ve kalsinasyon sıcaklıklarında kullanılarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir

KAYNAKÇA

[1] Türker, P., Erdoğan, B., Katnaş, F., Yeğinobalı, A., (2009) *Türkiye'deki Uçucu Küllerin Sınıflandırılması ve Özellikleri,* Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, 4. Baskı, Fersa Matbaacılık, Ankara.

[2] G. Güler, E. Güler, Ü. İpekoğlu, H. Mordoğan, (2005) *Uçucu Küllerin Özellikleri ve Kullanım Alanları,* Türkiye 19. Uluslararası Madencilik ve Fuarı Kongresi Bildiri Kitabı, 419-423.

[3] Çil, İ., (2003) *Uçucu Küllerin Beton Yapımında Kullanımı,* 56. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Kitabı, 216-219.

[4] Doğru, G., *Seyitömer Termik Santral Uçucu Külünün Yer ve Duvar Karosu Sırlarının Renklendirilmesinde Kullanımı,* Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2004.

[5] Karasu, B., Çakı, M., Güray, K. ve Aydaşgil, A., *Tunçbilek Termik Santral Uçucu Küllerinin Bazı Stoneware Sırlarında Değerlendirilmesi*, Seramik Türkiye Dergisi, Ocak-Mart, 3, 66-69, 2004.

[6] Aydaşgil, A., *Tunçbilek Termik Santral Küllerini Stoneware Bünye ve Sırlarında Kullanımı*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2003.

[7] Taçyıldız, E., *Uçucu Küllerin Sırlarda Hammadde ve Renklendirici Olarak Kullanımı,* Mesleki Bilimler Dergisi, Mart, 4, 21-26, 2015.

[8] Genç, S., (2013). *Sır Sanatı Artistik Seramik Sırları,* Boyut Matbaacılık, İstanbul, 78, 80- 81.

[9] Rhodes, D. (1973). *Clay and Glazes for the Potter,* Chilton Book Company, Rad-nor, Pennsylvania, USA, 93-210.

THE SEARCH ON THE USE OF AVANOS CLAY WITHIN THE STRUCTURE OF PLASTIC CLAY, SLIP, COLOR AND GLAZE (1000 °C, 1200 °C)

Soner GENÇ[1], F. GizemÖZ[2], Özge TAN[3], Sibel KELER KILIÇ[4], Ergün ORUÇ[5]

[1,2,3,4,5] Anadolu University Faculty of Fine Arts, Department of Ceramics, Eskişehir /TÜRKİYE

ABSTRACT

The most important difference of Avanos, which is a district in the city of Nevşehir, from other settlements in the area, is the pottery manufacturing which has existed since Hittites period. Within the scope of this article, the use of Avanos clay within the structure of plastic clay, slip and glaze was researched.

Test samples were prepared out of plastic clay which was obtained from the mixture of different amounts of Avanos clay with vitrified clay and chammotte clay. Half of them were fired unglazed, the other half were fired glazed. A mixture with positive properties was determined, some physical testes were applied and it was colored by adding (MnO_2, TiO_2, $CuCO_3$). For slip tests, different and increasing amounts of Avanos clay was mixed with vitrified clay; ulexite was added for sinter slip. Slip samples were fired by applying glazes with lead oxide, ulexite and alkali. Color receipts were prepared by mixing different amounts of TiO_2, ZnO, Zr_2SiO_4, Cr_2O_3 to use in the color structure of Avanos clay. First, color structures were wet grinded then their calcination was performed at 1000 °C. Colors, which were wet grinded again, were fired by using lead oxide, ulexite, and alkali glazes. Half of them were fired glazed, the other half were fired unglazed. Avanos clay, ulexite, lead oxide and coloring oxides were mixed with different and increasing amounts for their use in glaze structure; then they were grinded and applied on biscuit fired pieces and finally they were fired in electrical kiln.

It was seen that since the use of Avanos clay in plastic clay, slip, color and glaze structures results positively, they can be used for the production of ceramics forms with artistic effects.

Key Words: Avanos, Avanos clay, Glaze, Color, Slip, Plastic Clay

1. INTRODUCTION

Avanos is a district in the city of Nevşehir, it is surrounded by Gölşehir in the West, Ürgüp in the South, Hacıbektaş in the North and İncesu district of Kayseri in the East. Although Avanos is in a region where continental climate is dominated, it has a mild climate due to its location near the mountains and the effects of the river. Avanos is located 18 km North of Nevşehir. The tradition of ceramics

production, since the Hittites, still continues today with many pottery workshops. There are many clay deposits which constitute the raw material source for pottery in Avanos Region. There are also eight brick factories. pottery and tourism are important sectors.

2. AVANOS POTTERY

It is known that pottery has been performed in Avanos with wheel since the Hittites. This craft has survived until today by being transmitted from tribe to tribe, from father to son. The soft and plastic clay obtained from Kızılırmak's old beds and Avanos' mountains is sifted and kneaded and it becomes clay. The clay is formed with the benches called wheel, they are operated with foot. After the forms are dried in workshops called ateliers, they are fired in kilns, which are lighted with sawdust and straw (800^{o}C-1000^{o}C). Kızılırmak which is the longest river in Turkey has a reddish color due to clayed, tuff soil near Avanos. Ramekins, water jugs, pots to store winter food and jars are the known products in the regions. Avanos pottery, which had about 250-300 workshops and many pottery masters, has lost its crafts property due to the effect of tourism. There are about 50 ateliers which produce with traditional methods today. Ateliers many of which are made of natural carved rock caves are usually in the center of Avanos and they are important tourist attractions.

2.1. Properties of The Clay Used For Avanos Pottery

Avanos pottery clay is plastic therefore it is easily used in the production of pottery. Red clay covers the north and northeast of the district.

Chemical analysis results belonging Avanos clay, vitrified clay and chammotte clay used in the research are seen in the chart below. Avanos clay is abbreviated as (A.Ç.), vitrified clay is abbreviated as (V.Ç.) and chammotte clay is abbreviated as (Ş.Ç.).

Chart 1. Chemical Analysis (%) of Avanos, Vitrified and Chammotte Clay.

	SiO_2	Al_2O_3	K_2O	TiO_2	MgO	Fe_2O_3	Na_2O	CaO	SO_3	MnO	P_2O_5	A.Z
A.Ç.	48,83	16,80	4,23	0,66	3,05	6,09	1,21	8,34	0	0,09	0,16	10,52
V.Ç.	65,64	21,42	1,18	0,53	0,28	0,65	4,07	0,44	0	0	0,12	5,56
Ş.Ç.	60,06	26,43	2,29	1,03	0,80	3,31	0	0,23	0,22	0	0	5,62

3- EXPERIMENTAL STUDIES

Within the scope of article, the use of Avanos clay in the structure of plastic clay, slip, color and glaze was studied. Plastic clay samples were prepared by mixing different amounts of vitrified clay and chammotte clay with Avanos clay. Avanos clay and vitrified clay were mixed in different and increasing amounts for slip samples; ulexite addition was made to prepare sinter slip. Different amounts of TiO_2, ZnO, Zr_2SiO_4, Cr_2O_3 were mixed to be used in color structure. After the calcination of prepared structures was performed at 1000ºC, they were wet grinded and color was obtained. Avanos clay, ulexite, blue lead and coloring oxides were mixed with different and increasing amounts for their use in glaze structure; then they were grinded and applied on biscuit fired sheets and finally they were fired in electrical kiln and their effects at 1000ºC/1200ºC were monitored.

Receipts that bring successful results in plastic clay, slip, color and glaze tests, where Avanos clay was used, were used in the production of ceramics forms with artistic effects

3.1 The Study on The Use of Avanos Clay in The Structure of Plastic Clay

Avanos clay –vitrified clay and Avanos clay chammotte clay were mixed in different amounts in plastics clay tests. Prepared samples were fired at 1000ºC/1200ºC.

Clay samples prepared by mixing Avanos clay and vitrified clay were abbreviated as A.V.Ç, clay samples prepared by mixing Avanos clay and chammotte clay were abbreviated as A.Ş.Ç.

Chart 2. Plastic Clay Receipts (Avanos clay-vitrified clay)

1000°C / 1200°C					
Raw Materials	A.V.Ç.1	A.V.Ç.2	A.V.Ç.3	A.V.Ç.4	A.V.Ç.5
Avanos Clay %	100	80	60	40	20
Vitrified Clay %	0	20	40	60	80

Chart 3. Plastic Clay Receipts (Avanos clay-chammotte clay)

1000°C / 1200°C					
Raw Materials	A.Ş.Ç.1	A.Ş.Ç.2	A.Ş.Ç.3	A.Ş.Ç.4	A.Ş.Ç.5
Avanos Clay %	100	80	60	40	20
Chammotte Clay %	0	20	40	60	80

After raw materials had been dry grinded and sifted, they were weighted in accordance with the receipts. Plastic clay was wet grinded in ball mill and its homogeneity was provided. Plastic clay was swaged in plaster molds which had

been prepared for the study. After the formed test samples had been dried, their biscuit firing was performed in electrical kilns at 1000°C. Samples to be fired at 1000°C with glaze were glazed with transparent glaze with blue lead and ulexite in it. Samples to be fired at 1200°C with glaze were glazed with transparent glaze with ulexite in a way where half of them remained glazed the other half remained unglazed.

Figure 1. Plastic Clay Samples, 1000°C (A.V.Ç.)

Figure 2. Plastic Clay Samples, 1200°C (A.V.Ç.)

Figure 3. Plastic Clay Samples, 1000°C (A.Ş.Ç.)

Figure 4. Plastic Clay Samples, 1200°C (A.Ş.Ç.)

Among the successful results as a result of plastic clay tests, the clay with A.V.Ç. 3 code was chosen and plasticity %, dry shrinkage %, firing to reduce bulk shrinkage % and water absorption tests were performed (1000ºC/1200ºC).

Chart 4. Physical Test Results

Plasticity %	Dry Shrinkage %	Bulk Shrinkage %		Water Absorption %	
23,3	3,5	1000ºC	1200ºC	1000ºC	1200ºC
		0,4	4,0	15,8	0,95

Color study was performed on chosen clay with A.V.Ç. 3 code by adding 20% MnO_2, 20% TiO_2, and 20 % $CuSO_4$.

Figure 5. A.V.Ç. 3 + 20% MnO_2 (1000 ºC/1200 ºC)

Figure 6. A.V.Ç. 3 + 20 % TiO_2 (1000 ºC/1200 ºC)

Figure 7. A.V.Ç. 3 + 20 % $CuSO_4$ (1000 ºC-1200 ºC)

3.1.1 A Practice by Using Clay

Figure 8. Ceramic Form, 22x22x3 cm, 2017

3.2 The Study on The Use of Avanos Clay in Slip Structure

Slip tests where Avanos clay was used, Avanos clay and vitrified clay were mixed in different amounts. Slips were applied on test samples whose biscuit firing had been performed. They were fired at 1000°C and 1200°C and their effects were monitored.

Slip samples prepared by mixing Avanos clay and vitrified clay were abbreviated as A.V.A, samples prepared by mixing Avanos clay, vitrified clay and ulexite were abbreviated as A.V.Ü.A.

Chart 5. Slip Receipts (Avanos clay-vitrified clay)

1000°C / 1200°C					
Raw Materials	A.V.A.1	A.V.A.2	A.V.A.3	A.V.A.4	A.V.A.5
Avanos Clay %	100	80	60	40	20
Vitrified Clay %	0	20	40	60	80

Chart 6. Slip Receipts (Avanos clay-vitrified clay- ulexite)

1000°C / 1200°C					
Raw Materials	A.V.Ü.A.1	A.V.Ü.A.2	A.V.Ü.A.3	A.V.Ü.A.4	A.V.Ü.A.5
Avanos Clay %	100	80	60	40	20
Vitrified Clay %	0	20	40	60	80
Ulexite (+%)	20	20	20	20	20

After raw materials had been dry grinded and powdered, they were weighted in accordance with the receipts, and wet grinded in ball mills. Obtained slips were applied linear and superficially on biscuit samples and fired at 1000°C. Samples to be fired at 1000°C were glazed with brushes with transparent blue lead ulexite glaze, other samples which were to be fired at 1200°C were only glazed with transparent ulexite glaze. They were fired in electrical kilns.

Figure 9. Slip Samples, 1000°C (A.V.A)

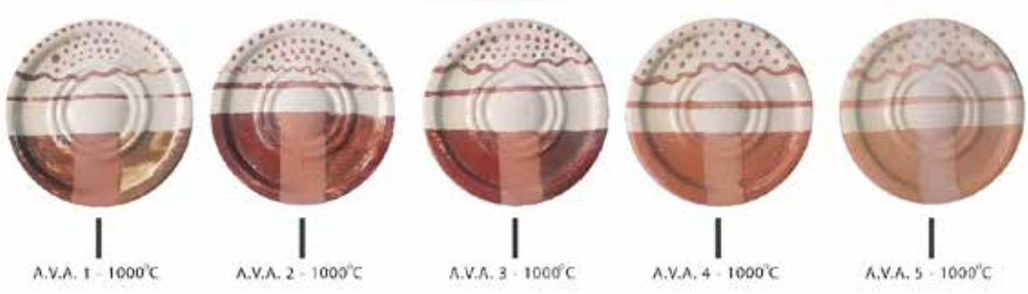


Figure 10. Glazed Slip Samples, 1000°C (A.V.A.)

Figure 11. Glazed Slip Samples, 1200°C (A.V.A)

Figure 12. Slip Samples, 1000°C (A.V.Ü.A)

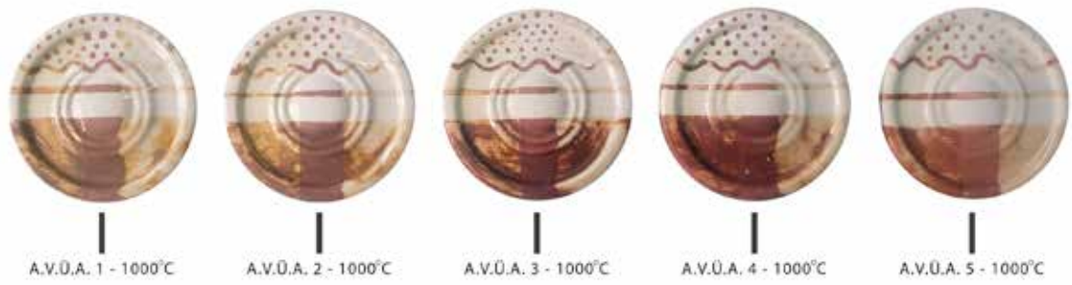


Figure 13. Glazed Slip Samples, 1000°C (A.V.Ü.A)

Figure 14. Glazed Slip Samples, 1200°C (A.V.Ü.A)

3.2.1 The Practice Using Slip

As a result of the performed tests, slips with code A.V.A 3, A.V.A 4, A.V.A 5 were chosen and used in an artistic work and fired at 1000°C temperature.

Figure 15. Ceramic Installation, 50x50x12 cm., 2017

3.3 The Study on The Use of Avanos Clay in Color Structure

Oxides such as TiO_2, ZnO, Zr_2SiO_4, Cr_2O_3, CoO and Avanos clay were mixed in different amount in the study of the use of Avanos clay in color structure. Color tests performed with Avanos clay was abbreviated as (A.B.)

Chart 7. Color Receipts

Raw Materials	A.B.1	A.B.2	A.B.3	A.B.4	A.B.5
Avanos Clay %	85	75	65	55	45
TiO_2 %	3	5	7	9	11
ZnO %	3	5	7	9	11
Zr_2SiO_4 %	3	5	7	9	11
Cr_2O_3 %	3	5	7	9	11
CoO %	3	5	7	9	11

Prepared receipts were wet grinned in a ball mill with 100 gr capacity for 15 minutes after their weighing had been completed. Obtained colors, were dried in calcined pots whose biscuit firing had been performed.

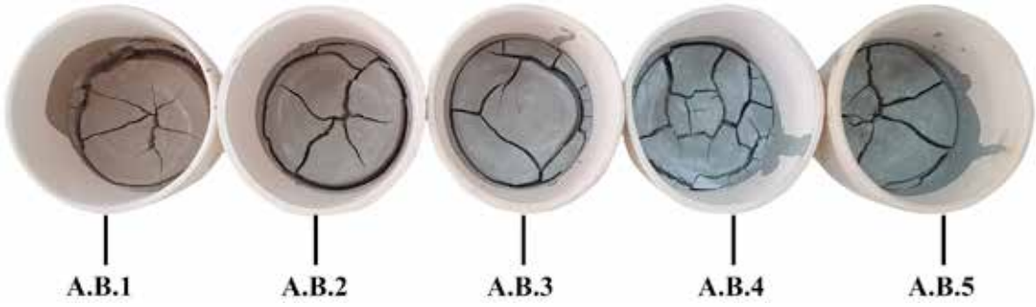


Figure 16. Colors dried in calcined pots

Calcination of dried colors was performed in electrical kiln at 1000°C. Colors taken out of the kiln were dry grinded in the mortar and powdered. Later they were wet grinded in ball mill for 45 minutes. Colors were applied on testing pieces with brushes.

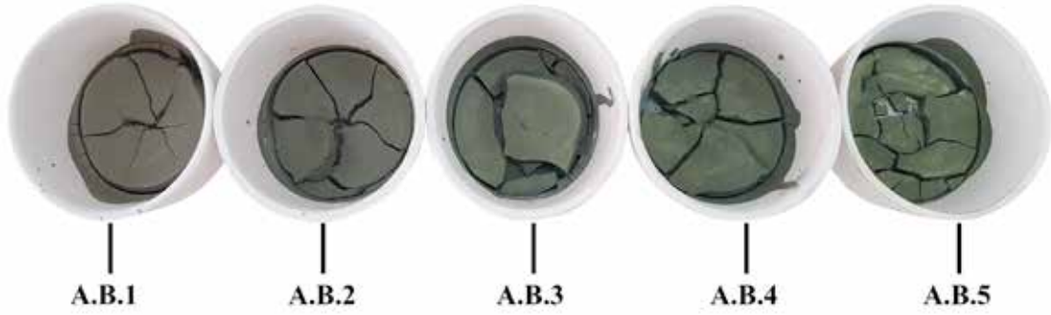


Figure 17. Colors After Calcination

Samples to be fired with glaze at 1000°C were glazed with transparent blue lead and ulexite glaze. Samples to be fired with glaze at 1200°C were glazed with transparent glaze with ulexite in a way where half of them remained glazed the other half remained unglazed.

Figure 18. Underglaze Coloring Samples, 1000°C (A.B.)

Figure 19. Underglaze Coloring Samples, 1200°C (A.B.)

Among the color samples prepared with Avanos clay, receipt with code (A.B.1) was chosen (by taking into the consideration that the highest amount of Avanos clay 85% was used in it). Color number (A.B.1) was used as an in-glaze colorant and was fired at 1000°C /1200°C temperatures.

Chart 8. Glaze Receipts and The In-Glaze Use of Color

1000 °C	%	%	%	%	%
% Lead Oxide 62 Quartz 27 Mask 5 Clay 11	1	3	5	10	20
1000 °C	%	%	%	%	%
% Ulexite 60 Sodium Felds. 20 Mask 5 Clay 10	1	3	5	10	20
1200 °C	%	%	%	%	%
% Ulexite 30 Sod. Felds. 20 Pot. Felds. 20 Mask 5 Clay 10 Quartz 20	1	3	5	10	20

Figure 20. In-glaze Coloring Samples (with ulexite), 1000°C

Figure 21. In-glaze Coloring Samples (with blue lead), 1000°C

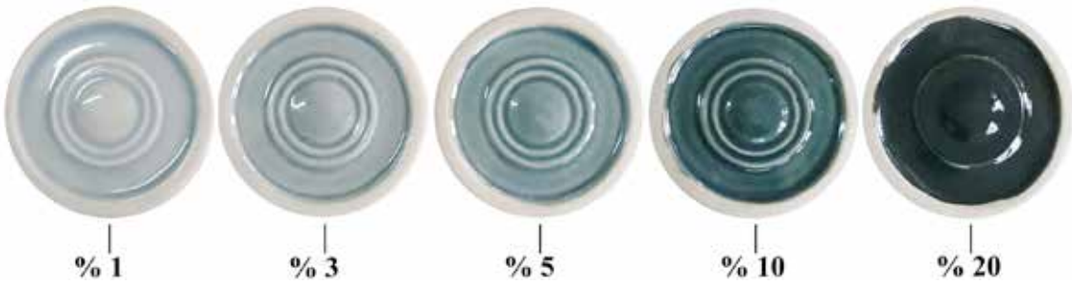


Figure 22. In-glaze Coloring Samples (with ulexite), 1200°C

3.3.1 Practices Using Color

Figure 23. Brush Decorated Wall Plate, ∅ 20 cm., 2017

Figure 24. Brush Decorated Wall Plate, ∅ 20 cm., 2017

3.4. The Study on The Use of Avanos Clay in Glaze Structure

Mixtures with different amounts of ulexite and blue lead were analyzed in the use of Avanos clay in glaze structure. Glaze samples where Avanos clay and ulexite mixture was used were abbreviated as (A.Ü.S.), glaze samples with Avanos clay and blue lead mixture were abbreviated as (A.S.S.).

Chart 9. Glaze Receipts with Avanos Clay and Ulexite Mixture

1000^0C / 1200^0C					
Raw Materials	A.Ü.S 1	A.Ü.S. 2	A.Ü.S. 3	A.Ü.S. 4	A.Ü.S. 5
Avanos Clay %	100	80	60	40	20
Ulexite %	0	20	40	60	80

Chart 10. Glaze Receipts with Avanos Clay and Ulexite Mixture

1000^0C / 1200^0C					
Raw Materials	A.S.S 1	A.S.S. 2	A.S.S. 3	A.S.S. 4	A.S.S. 5
Avanos Clay %	100	80	60	40	20
Lead Oxide %	0	20	40	60	80

Glazes whose weighing were performed according to receipts were grinded in mortar with 1/1 proportion of water addition. Grinded glaze were applied on test sheet by slip trailing method and fired at 1000°C/1200°C.

Figure 25. Glaze Samples, 1000°C (A.Ü.S.)

Figure 26. Glaze Samples, 1200°C (A.Ü.S.)

Figure 27. Glaze Samples, 1000°C (A.S.S.)

Figure 28. Glaze Samples, 1200°C (A.S.S)

Colorants oxides such as Copper Oxide (CuO), Cobalt Oxide (CoO), Titan Oxide (TiO_2), Zinc Oxide (ZnO) were added to the receipts bringing successful results in the study.

Chart 11. Glaze Coloring

Glaze Receipts %	Colorant Oxides		
A.Ü.S.2 1200 °C 80 Avanos Clay 20 Ulexite	CuO	CoO	CuO+CoO+TiO_2+ZnO
	% 2	% 1	%1 + %1 + %1 + %1
A.S.S.2 1200 °C 80 Avanos Clay 20 Lead Oxide	% 2	% 1	%1 + %1 + %1 + %1
A.S.S.3 1000 °C 60 Avanos Clay 40 Lead Oxide	% 2	% 1	%1 + %1 + %1 + %1

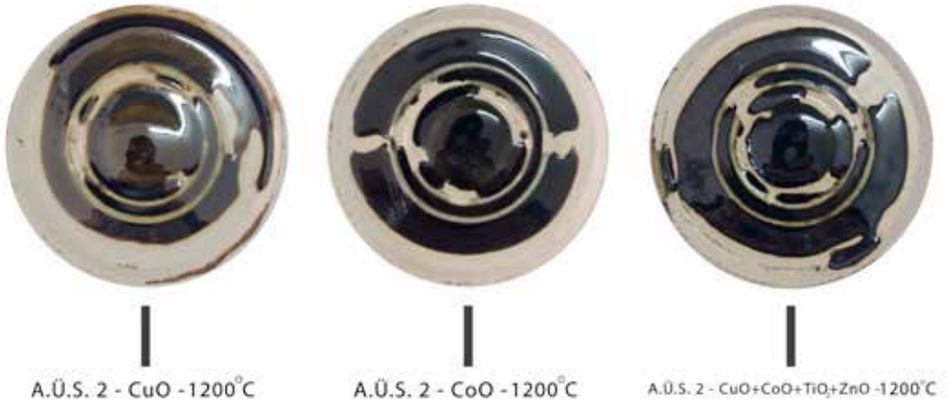


Figure 29. Glaze Samples by Using Colorant Oxides

Figure 30. Glaze Samples by Using Colorant Oxides

Figure 31. Glaze Samples by Using Colorant Oxides

3.4.1 Practices by Using Colorful Glazes

Figure 32. Colorful Glazed Forms, 21x11x11 cm., 2017

4. CONCLUSION AND DISCUSSION

Avanos district, its pottery and the clay used were mentioned in the article; additionally, the use of Avanos pottery clay in the structures of plastic clay, slip, color and glaze were analyzed in the practice and tests studies.

In the use of Avanos pottery clay in the plastic clay structure, a lot of results with successful properties were obtained at 1000°C and 1200°C temperatures. A color scale ranging from light pink to dark brown was obtained from the mixture of Avanos clay – vitrified clay mixture and red-brown shades were obtained from Avanos clay, chamotte clay mixtures. When the amount of Avanos clay was increased, the clay deformed at 1200°C. In color studies where 20% of MnO_2, 20% of TiO_2, 20% of $CuSO_4$ were added to chosen clay with code A.V.Ç. 3, positive results were obtained. In artistic practice process, tree dimension vertical form

created by using clay code A.V.Ç. 3 (1200°C) was deformed. Therefore, the use of clay code A.V.Ç. 3 is need to be more carefully.

In the use of Avanos clay- vitrified clay in the slip samples, a lot of results with successful properties were obtained at 1000°C and 1200°C temperatures. When the amount of Avanos clay was increased, red-brown shades were obtained; when the amount of vitrified clay was increased a color scale ranging from light pink to light brown was obtained. In sinter slip tests with ulexite addition, crimson shades were obtained, hiding power of the slip decreased, a velvety surface occurred. It was observed that when it was used with transparent glaze, it lost its effect.

In the use of Avanos clay in color structure, color shades ranging from light green to dark green were obtained. Color scattered on unglazed parts of test samples fired at 1000°C. It was monitored that both glazed and unglazed parts of surfaces of fired samples bring more successful results when they were fired at 1200°C. For in-glaze colors, transparent light green–opaque dark green shades occurred on samples with blue lead glazes. Matte and light grey, blueish gray- dark green colors occurred on samples with ulexite glaze at 1000°C, bright and light blue- turquoise, dark gray shades occurred on samples when fired at 1200°C. It is seen that Avanos clay is suitable for in-glaze coloring.

When Avanos clay was used in glaze structure, a lot of results with successful properties were obtained at 1000°C and 1200°C temperatures. When the amount of Avanos clay was increased matte and opaque red-brown shades were obtained; when the amount of Avanos clay was reduced bright and transparent yellow shades were obtained. It was observed that glazes with higher amounts of Avanos clay have artistic effects and metallic effects were obtained with colorant oxides.

It was concluded that the use of Avanos pottery clay in plastic clay, slip, color and glaze structures brings successful results and therefore it can be used by ceramists.

REFERENCES

Ağatekin A.E. (2012). Seramik Sanatında Alternatif Bir İfade Aracı Olarak Atık Seramiklerin Kullanımı. Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Eskişehir,

Arcasoy, A., "Seramik Teknolojisi", Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi,Seramik Anasanat Dalı Yayınları No:2, İstanbul, 1988.

Başpınar, E., Kuşçu,M., Karaçayır (Uşak) Kaolen Yatağı Kaolen Üretim Yöntemi, SDÜ e-dergi.

Çobanlı, Zehra ve Canbolat Ayşe "Avanos Çölekçiliği", Eskişehir: Pişmiş Toprak Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 2010.

Felix Singer-W.LGerman '' Ceramic Glazes'' , Borax Consolidated Limited, London SWI, 1971 (Çeviren: Tülin AYTA, İstanbul,1976)

Genç, S., "Artistik Seramik Sırları-Sır Sanatı", Boyut Yayıncılık, İstanbul, 2013.

Gürtanın, N. Ve Munsuz, N. (1970). Avanos Çömlekçiliği ve Kullanılan Toprakların Bazı Teknolojik Özellikleri, Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi.

Kahraman D., *Demir Oksit İçeren Killerle Kırmızı Rengin Elde Edilmesi.* Dokuz

Eylül üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, İzmir, 2007.
Özer,G., Çakı M., Ay, N., Stoneware Sırlarında Manganın Renk Etkileri, Uluslararası Katılımlı VII. Seramik Kongresi, 2008.

ASLAN, Emet Egemen "Avanos Çömlekçiliğinde Kaybolan Bir Değer: Kara Fırın (http://www.idildergisi.com/makale/pdf/1350644114.pdf) 24.05.2017

www.avanos.gov.tr (17.05.2017)
http://avanos.bel.tr/avanos/ (17.05.2017)
https://www.kapadokyaweb.com/inceleme/avanosta-kucuk-bir-gezi(24.05.2017)
http://www.chezalicomlekcilik.com/comlek.html (24.05.2017)
http://www.journalagent.com/megaron/pdfs/MEGARON_10_4_595_609.pdf(24.05.2017)
http://www.edebiyatvesanatakademisi.com/Forum/Detay/gezelim-gorelim/avanos-ta-gezinelim-33813.aspx(24.05.2017)

AVANOS ÇAMURUNUN, PLASTİK ÇAMUR, ASTAR, BOYA VE SIR BÜNYESİNDE KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI (1000 °C, 1200 °C)

Soner GENÇ[1], F. GizemÖZ[2], Özge TAN[3], Sibel KELER KILIÇ[4], Ergün ORUÇ[5]

[1,2,3,4,5] Anadolu Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik Bölümü, Eskişehir / TÜRKİYE

ÖZET

Nevşehir iline bağlı bir ilçe olan Avanos'un bölgedeki diğer yerleşimlerden en önemli farkı, Hititler döneminden itibaren var olan çanak çömlek imalatıdır. Bildiri kapsamında, Avanos çamurunun, plastik çamur, astar, boya ve sır bünyesinde kullanımı araştırılmıştır.

Farklı oranlarda vitrifiye ve şamotlu çamurun, Avanos çamuru ile karıştırılmasıyla elde edilen plastik çamurlardan deney numuneleri hazırlanmış ve yarısı sırlı, yarısı sırsız olmak üzere pişirilmiştir. Olumlu özelliklere sahip karışım belirlenmiş, fiziksel deneyler uygulanmış ve (MnO_2, TiO_2, $CuCO_3$) ilave edilerek renklendirilmiştir. Astar denemelerinde, Avanos çamuru ile vitrifiye çamuru farklı ve artan oranlarda karıştırılıp, zinter astar için ise üleksit katkısı yapılmıştır. Astar denemeleri sülyenli, üleksitli ve alkalili sırlar uygulanarak pişirilmiştir. Avanos çamurunun boya bünyesinde kullanımında, TiO_2, ZnO, Zr_2SiO_4, Cr_2O_3, CoO farklı oranlarda karıştırılarak boya reçeteleri hazırlanmıştır. Boya bünyeleri önce sulu olarak değirmende öğütülmüş daha sonra 1000 °C sıcaklıkta kalsinasyonu gerçekleştirilmiştir. Tekrar sulu olarak öğütülen boyalar, sülyenli, üleksitli ve alkalili sırlar kullanılarak yarısı sırlı, yarısı sırsız olarak pişirilmiştir. Sır bünyesinde kullanımında, Avanos çamuru, üleksit, sülyen ve renklendirici oksitler farklı ve artan oranlarda karıştırılıp, öğütülerek bisküvi pişirimi yapılmış deney plakaları üzerine uygulanmış ve elektrikli fırında pişirilmiştir.

Avanos çamurunun, plastik çamur, astar, boya ve sır bünyelerinde kullanımının olumlu sonuçlar vermesi nedeniyle sanatsal etkilere sahip seramik formların yapımında değerlendirilebileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Avanos, Avanos çamuru, Sır, Boya, Astar, Plastik Çamur

1. GİRİŞ

Avanos, Nevşehir iline bağlı bir ilçe olup, batıdan Gölşehir, güneyden Ürgüp, kuzeyden Hacıbektaş, doğudan Kayseri'nin İncesu ilçeleriyle çevrilidir. Avanos, kara ikliminin hakim olduğu bir bölgede yer almasına karşın, dağa yaslanması ve ırmağın etkisiyle yumuşak bir iklime sahiptir. Nevşehir'in 18km kuzeyinde yer alan Avanos'ta, Hititlerden bugüne süregelen seramik yapım geleneği günümüzde de

sahip olduğu çok sayıda çanak çömlek atölyesinde devam etmektedir. Avanos bölgesinde, özellikle çömlekçiliğe hammadde kaynağı oluşturan kil yatakları mevcut olup, sayıları sekizi bulan tuğla fabrikalarıyla, çömlekçilik ve turizm önemli sektörler durumundadır.

2. AVANOS ÇÖMLEKÇİLİĞİ

Avanos'ta, Hititler'den beri çarkla çanak-çömlek yapıldığı bilinmektedir. Bu el sanatı kavimden kavime, babadan oğula geçerek günümüze kadar gelmiştir. Avanos'un dağlarından ve Kızılırmak'ın eski yataklarından elde edilen yumuşak ve yağlı kil elenir ve iyice yoğurularak çamur haline getirilir. Çark adı verilen ve ayakla döndürülen tezgah üzerindeki çamur ile istenilen formlar şekillendirilir. İşlik denilen atölyelerde üretilen formlar kurutulduktan sonra, saman ve talaşla yakılan fırınlarda (800^{o}C-1000^{o}C) özenle pişirilir. Türkiye'nin en uzun nehri olan Kızılırmak, Avanos yakınlarında suladığı tüflü, killi topraklar nedeniyle bir kızıllığa sahiptir. Yörede yemek kapları, su testileri, kışlık yiyecek saklamak için çömlekler ve küpler bilinen ürünlerdendir. Önceleri 250-300 civarında atölye ve çok sayıda çömlekçi ustasına sahip olan Avanos çömlekçiliği, turizmin etkisiyle, el sanatı olma özelliğinden uzaklaşmıştır. Günümüzde, geleneksel yöntemler ile çalışan 50 civarında işlik bulunmaktadır. Çoğunluğu doğal kaya oyma mağaralardan oluşan işlikler, daha çok Avanos merkezinde yoğunlaşmış olup, ziyaretçilerin ilgi odağı durumundadır.

2.1. Avanos Çömlekçiliğinde Kullanılan Çamurun Özellikleri

Avanos çömlekçi çamuru, plastik ve yağlı olma özelliğine sahip olması nedeniyle çömlek yapımında rahatlıkla kullanılmaktadır. Kırmızı killer ilçenin kuzeyi ile kuzeydoğusunu kaplamaktadır.

Araştırmada kullanılan Avanos çamuru, vitrifiye döküm çamuru ve şamotlu çamura ait kimyasal analiz sonuçları aşağıdaki çizelgede görülmektedir. Avanos çamuru (A.Ç.) vitrifiye çamuru (V.Ç.), şamotlu çamur (Ş.Ç.) kısaltmasıyla kodlanmıştır.

Çizelge 1. Avanos, Vitrifiye, ve Şamotlu Çamurun Kimyasal Analizleri (%)

	SiO_2	Al_2O_3	K_2O	TiO_2	MgO	Fe_2O_3	Na_2O	CaO	SO_3	MnO	P_2O_5	A.Z
A.Ç.	48,83	16,80	4,23	0,66	3,05	6,09	1,21	8,34	0	0,09	0,16	10,52
V.Ç.	65,64	21,42	1,18	0,53	0,28	0,65	4,07	0,44	0	0	0,12	5,56
Ş.Ç.	60,06	26,43	2,29	1,03	0,80	3,31	0	0,23	0,22	0	0	5,62

3- DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bildiri kapsamında, Avanos çamurunun, plastik çamur, astar, boya ve sır bünyesinde kullanımı araştırılmıştır. Plastik çamur denemeleri, farklı oranlarda vitrifiye çamuru ve şamotlu çamur, Avanos çamuru ile karıştırılarak hazırlanmıştır. Astar denemelerinde, Avanos çamuru ile vitrifiye çamuru farklı ve artan oranlarda karıştırılıp, zinter astar hazırlamak için ise üleksit katkısı yapılmıştır. Boya bünyesinde kullanımında, TiO_2, ZnO, Zr_2SiO_4, Cr_2O_3, CoO farklı oranlarda karıştırılmıştır. Hazırlanan bünyeler 1000^oC sıcaklıkta kalsinasyonu gerçekleştirildikten sonra tekrar sulu olarak öğütülerek boya elde edilmiştir. Sır bünyesinde kullanımında, Avanos çamuru, üleksit, sülyen ve renklendirici oksitler farklı ve artan oranlarda karıştırılıp, öğütülerek bisküvi pişirimi yapılmış deney plakaları üzerine uygulanmış ve elektrikli fırında pişirilerek $1000^oC/1200^oC$ sıcaklıklardaki etkileri denenmiştir.

Avanos çamuru kullanılarak yapılan, çamur, astar, boya ve sır denemelerinde olumlu sonuçlar veren reçeteler, sanatsal etkilere sahip seramik formların yapımında kullanılmıştır.

3.1 Avanos Çamurunun Plastik Çamur Bünyesinde Kullanımının Araştırılması

Plastik çamur denemelerinde, Avanos çamuru-vitrifiye çamuru ve Avanos çamuru-şamotlu çamur farklı oranlarda karıştırılmıştır. Hazırlanan denemeler $1000^oC/1200^oC$ sıcaklıklarda pişirilmiştir.

Avanos çamuru ile vitrifiye çamuru karıştırılarak hazırlanan çamur denemeleri A.V.Ç kısaltması ile, Avanos çamuru ile şamotlu çamur karıştırılarak hazırlanan çamur denemeleri ise A.Ş.Ç kısaltması ile kodlanmıştır.

Çizelge 2. Plastik Çamur Reçeteleri (Avanos çamuru-vitrifiye çamuru)

1000^oC / 1200^oC					
Hammaddeler	A.V.Ç.1	A.V.Ç.2	A.V.Ç.3	A.V.Ç.4	A.V.Ç.5
Avanos Çamuru %	100	80	60	40	20
Vitrifiye Çamur %	0	20	40	60	80

Çizelge 3. Plastik Çamur Reçeteleri (Avanos çamuru-şamotlu çamur)

1000^oC / 1200^oC					
Hammaddeler	A.Ş.Ç.1	A.Ş.Ç.2	A.Ş.Ç.3	A.Ş.Ç.4	A.Ş.Ç.5
Avanos Çamuru %	100	80	60	40	20
Şamotlu Çamur %	0	20	40	60	80

Hammaddeler tek başına kuru olarak öğütülüp elendikten sonra reçetelere göre tartımları yapılmıştır. Bilyalı değirmende su ile öğütülerek plastik çamurların

homojen olması sağlanmıştır. Plastik çamurlar araştırma için hazırlanan alçı kalıplara basılmıştır. Şekillendirilen deney numuneleri kurutulduktan sonra 1000°C sıcaklıkta elektrikli fırında bisküvi pişirimi yapılmıştır. 1000°C sıcaklıkta sırlı pişirilecek numuneler sülyenli ve üleksitli saydam sırlarla sırlanmıştır. 1200°C sıcaklıkta sırlı pişirilecek numuneler ise üleksitli saydam sırla, yarısı sırlı, yarısı sırsız kalacak şekilde sırlanmıştır.

Görsel 1. Plastik Çamur Denemeleri, 1000°C (A.V.Ç.)

Görsel 2. Plastik Çamur Denemeleri, 1200°C (A.V.Ç.)

Görsel 3. Plastik Çamur Denemeleri, 1000°C (A.Ş.Ç.)

Görsel 4. Plastik Çamur Denemeleri, 1200°C (A.Ş.Ç.)

Plastik çamur denemeleri sonucunda olumlu özellikte çıkan sonuçlardan A.V.Ç 3 kodlu çamur seçilerek Yoğrulma Suyu %, Kuru Küçülme %, Pişme Küçülmesi % ve Su Emme % (1000^{o}C/1200^{o}C) deneyleri uygulanmıştır.

Çizelge 4. Fiziksel Deney Sonuçları

Yoğrulma Suyu %	Kuru Küçülme %	Pişme Küçülmesi %		Su Emme %	
		1000 ^{o}C	1200 ^{o}C	1000 ^{o}C	1200 ^{o}C
23,3	3,5	0,4	4,0	15,8	0,95

Seçilen A.V.Ç. 3 kodlu çamura, %20 MnO_2, %20 TiO_2, %20 $CuSO_4$ ilave edilerek renk araştırması yapılmıştır.

Görsel 5. A.V.Ç.3 + %20 MnO_2 (1000 ^{o}C/1200 ^{o}C)

Görsel 6. A.V.Ç.3 + %20 TiO_2 (1000 ^{o}C/1200 ^{o}C)

Görsel 7 A.V.Ç.3+ %20 $CuSO_4$ (1000 ^{o}C-1200 ^{o}C)

3.1.1 Çamur Kullanılarak Yapılan Uygulama

Görsel 8. Seramik Form, 22x22x3 cm,2017

3.2 Avanos Çamurunun Astar Bünyesinde Kullanımının Araştırılması

Avanos çamuru kullanılarak yapılan astar denemelerinde, Avanos çamuru ile vitrifiye çamuru farklı oranlarda karıştırılmıştır. Astarlar, bisküvi pişirimi yapılmış deney numunelerinin üzerine uygulanmış, 1000°C ve 1200°C sıcaklıklarda pişirilerek etkileri gözlemlenmiştir.

Avanos çamuru ile vitrifiye çamuru kullanılan astar denemeleri, A.V.A kısaltması ile, Avanos çamuru, vitrifiye çamuru ve üleksit kullanılan denemeler ise, A.V.Ü.A kısaltması ile kodlanmıştır.

Çizelge 5. Astar Reçeteleri (Avanos çamuru-vitrifiye çamur)

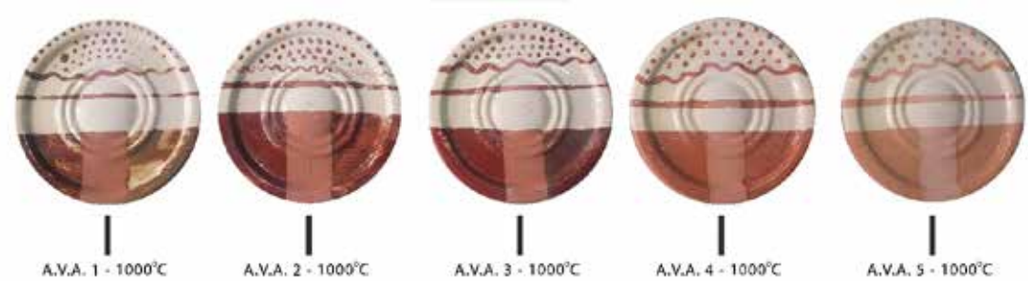
1000°C / 1200°C					
Hammaddeler	A.V.A.1	A.V.A.2	A.V.A.3	A.V.A.4	A.V.A.5
Avanos Çamuru %	100	80	60	40	20
Vitrifiye Çamur %	0	20	40	60	80

Çizelge 6. Astar Reçeteleri (Avanos çamuru-vitrifiye çamur-üleksit)

1000°C / 1200°C					
Hammaddeler	A.V.Ü.A.1	A.V.Ü.A.2	A.V.Ü.A.3	A.V.Ü.A.4	A.V.Ü.A.5
Avanos Çamuru %	100	80	60	40	20
Vitrifiye Çamur %	0	20	40	60	80
Üleksit (+%)	20	20	20	20	20

Kuru öğütülüp toz haline getirilen hammaddeler reçetelere göre tartıldıktan sonra bilyalı değirmende su ile öğütülmüştür. Elde edilen astarlar bisküvi numuneler üzerine, yüzeysel ve çizgisel olarak fırça ile uygulanmış ve 1000°C sıcaklıkta pişirilmiştir. 1000°C sıcaklıkta sırlı pişirilecek numuneler sülyenli ve üleksitli saydam sırlarla, 1200°C sıcaklıkta pişecek numuneler ise yalnızca üleksitli saydam sırla sırlanmış ve elektrikli fırında pişirilmiştir.

Görsel 9. Astar Denemeleri, 1000°C (A.V.A.)



Görsel 10. Sırlı Astar Denemeleri, 1000°C (A.V.A.)

Görsel 11. Sırlı Astar Denemeleri, 1200°C (A.V.A.)

Görsel 12. Astar Denemeleri, 1000°C (A.V.Ü.A.)

Görsel 13. Sırlı Astar Denemeleri, 1000°C (A.V.Ü.A.)

Görsel 14. Sırlı Astar Denemeleri, 1200°C (A.V.Ü.A.)

3.2.1 Astar Kullanılarak Yapılan Uygulama

Yapılan deneyler sonucunda, A.V.A 3, A.V.A 4, A.V.A 5 kodlu astarlar seçilerek sanatsal bir çalışmada kullanılmış ve 1000 °C sıcaklıkta pişirilmiştir.

Görsel 15. Seramik Düzenleme, 50x50x12 cm., 2017

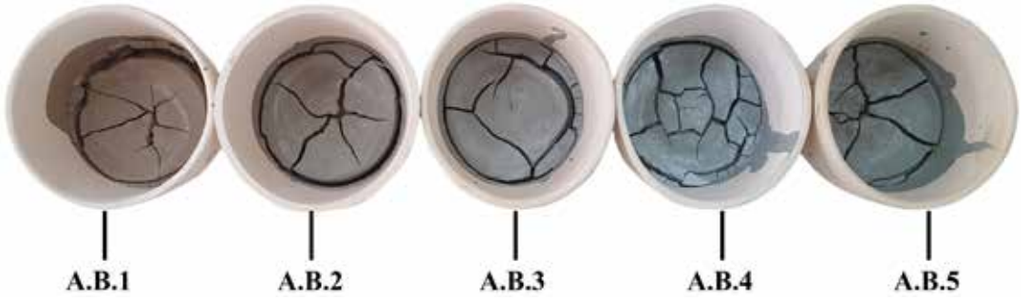
3.3 Avanos Çamurunun Boya Bünyesinde Kullanımının Araştırılması

Avanos çamurunun boya bünyesinde kullanımının araştırılmasında, TiO_2, ZnO, Zr_2SiO_4, Cr_2O_3, CoO gibi oksitler Avanos çamuru ile farklı oranlarda karıştırılmıştır. Avanos çamuru ile yapılan boya denemeleri (A.B.) kısaltması ile gösterilmiştir.

Çizelge 7. Boya Reçeteleri

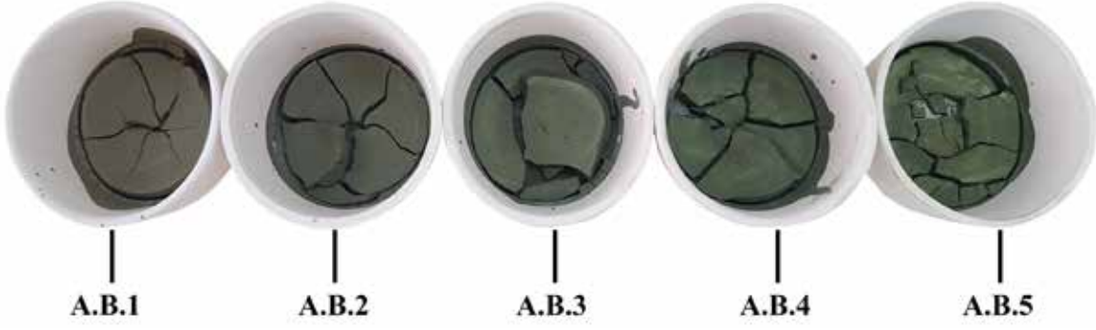
Hammaddeler	A.B.1	A.B.2	A.B.3	A.B.4	A.B.5
Avanos Çamuru %	85	75	65	55	45
TiO_2 %	3	5	7	9	11
ZnO %	3	5	7	9	11
Zr_2SiO_4 %	3	5	7	9	11
Cr_2O_3 %	3	5	7	9	11
CoO %	3	5	7	9	11

Hazırlanan reçeteler tartımları yapıldıktan sonra 100 gr kapasiteli bilyalı değirmende 15 dakika sulu olarak öğütülmüştür. Elde edilen boyalar, bisküvi pişirimi yapılmış kalsine kaplarında kurutulmuştur.



Görsel 16. Kalsine Kaplarında Kurutulmuş Boyalar

Kurutulan boyaların elektrikli fırında 1000 ^{o}C sıcaklıkta kalsinasyonu gerçekleştirilmiştir. Kalsinasyon sonrasında fırından çıkan boyalar havanda kuru olarak öğütülerek toz haline getirilmiştir. Daha sonra, bilyalı değirmende 45 dakika sulu öğütme yapılmıştır. Boyalar, deneme plakalarına fırça yardımıyla uygulanmıştır.



Görsel 17. Kalsinasyon Sonrası Boyalar

1000^{o}C sıcaklıkta sırlı pişirilecek numuneler sülyenli ve üleksitli saydam sırlarla sırlanmıştır. 1200^{o}C sıcaklıkta sırlı pişirilecek numuneler ise üleksitli saydam sırla yarısı sırlı, yarısı sırsız kalacak şekilde sırlanmıştır.

Görsel 18. Sıraltı Boya Denemeleri, 1000 ^{o}C (A.B.)

Görsel 19. Sıraltı Boya Denemeleri, 1200 ^{o}C (A.B.)

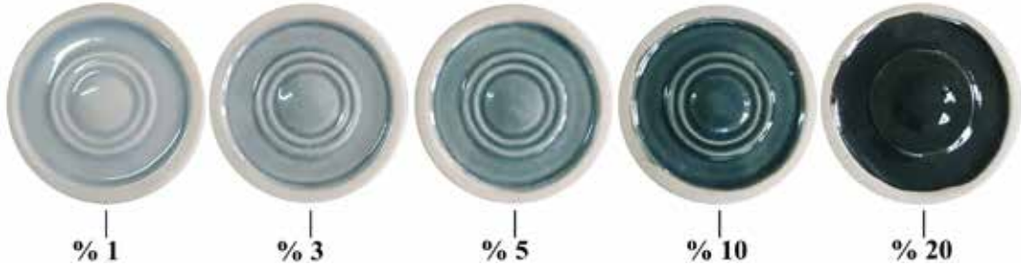
Avanos çamuru ile hazırlanmış boya denemeleri içinden (A.B.1.) kodlu reçete (en yüksek oranda Avanos çamuru %85 kullanıldığı da göz önünde bulundurularak) seçilmiştir. (A.B.1.) kodlu boya, sıriçi renklendirici olarak kullanılmış ve 1000 ^{0}C/1200 ^{0}C sıcaklıklarda pişirilmiştir.

Çizelge 8. Sır Reçeteleri ve Boyanın Sır İçinde Kullanımı

1000 ^{o}C	%	%	%	%	%
% Sülyen 62 Kuvartz 27 Mask 5 Kil 11	1	3	5	10	20
1000 ^{o}C	%	%	%	%	%
% Üleksit 60 Na. Felds. 20 Mask 5 Kil 10	1	3	5	10	20
1200 ^{o}C	%	%	%	%	%
% Üleksit 30 Na.Felds. 20 K.Feldspat 20 Mask 5 Kil 10 Kuvartz 20	1	3	5	10	20

Görsel 20. Sıriçi Boya Denemeleri (üleksitli), 1000 °C

Görsel 21. Sıriçi Boya Denemeleri (sülyenli), 1000 °C



Görsel 22. Sıriçi Boya Denemeleri (üleksitli), 1200 °C

3.3.1 Boya Kullanılarak Yapılan Uygulamalar

Görsel 23. Fırça Dekorlu Duvar Tabağı, ∅ 20 cm., 2017

Görsel 24. Fırça Dekorlu Duvar Tabağı, ∅ 20 cm., 2017

3.4. Avanos Çamurunun Sır Bünyesinde Kullanımının Araştırılması

Avanos çamurunun sır bünyesinde kullanımında, üleksit ve sülyen ile olan farklı oranlardaki karışımları incelenmiştir. Avanos çamuru-üleksit karışımlı sır denemeleri, (A.Ü.S.) kısaltması ile, Avanos çamuru-sülyen karışımlı sır denemeleri ise (A.S.S.) kısaltması ile kodlanmıştır.

Çizelge 9. Avanos Çamuru ve Üleksit Karışımlı Sır Reçeteleri

1000^0C / 1200^0C					
Hammaddeler	A.Ü.S 1	A.Ü.S. 2	A.Ü.S. 3	A.Ü.S. 4	A.Ü.S. 5
Avanos Çamuru %	100	80	60	40	20
Üleksit %	0	20	40	60	80

Çizelge 10. Avanos Çamuru ve Üleksit Karışımlı Sır Reçeteleri

1000^0C / 1200^0C					
Hammaddeler	A.S.S 1	A.S.S. 2	A.S.S. 3	A.S.S. 4	A.S.S. 5
Avanos Çamuru %	100	80	60	40	20
Sülyen %	0	20	40	60	80

Reçetelere göre tartımları gerçekleştirilen sırlar, 1/1 oranında su ilavesiyle havanda öğütülmüştür. Öğütülen sırlar, bisküvisi yapılmış deney plakalarına akıtma yöntemiyle uygulanmış ve 1000°C/1200°C sıcaklıklarda pişirilmiştir.

Görsel 25. Sır Denemeleri, 1000 ^{0}C (A.Ü.S.)

Görsel 26. Sır Denemeleri, 1200 ^{0}C (A.Ü.S.)

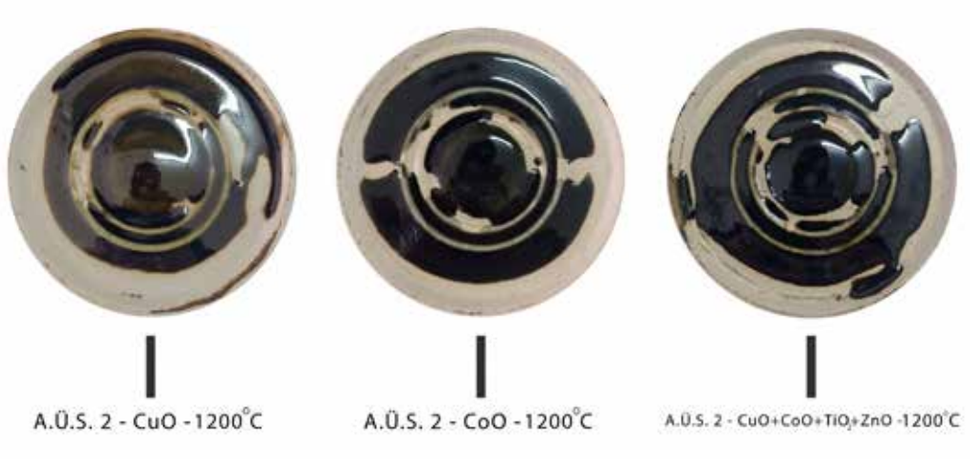
Görsel 27. Sır Denemeleri, 1000 ^{o}C (A.S.S.)

Görsel 28. Sır Denemeleri, 1200 ^{o}C (A.S.S.)

Yapılan araştırmada olumlu sonuç alınan sır reçetelerine, Bakır Oksit (CuO), Kobalt Oksit (CoO), Titan Oksit (TiO_2) ve Çinko Oksit (ZnO) gibi renklendirici oksitler ilave edilmiştir.

Çizelge 11. Sırların Renklendirilmesi

Sır Reçetesi %	Renklendirici Oksitler		
A.Ü.S.2 1200 ^{o}C	CuO	CoO	CuO+CoO+TiO_2+ZnO
80 Avanos Çamuru 20 Üleksit	% 2	% 1	%1 + %1 + %1 + %1
A.S.S.2 1200 ^{o}C 80 Avanos Çamuru 20 Sülyen	% 2	% 1	%1 + %1 + %1 + %1
A.S.S.3 1000 ^{o}C 60 Avanos Çamuru 40 Sülyen	% 2	% 1	%1 + %1 + %1 + %1



Görsel 29. Renklendirici Oksitler Kullanılarak Yapılan Sır Denemeleri

Görsel 30. Renklendirici Oksitler Kullanılarak Yapılan Sır Denemeleri

Görsel 31. Renklendirici Oksitler Kullanılarak Yapılan Sır Denemeleri

3.4.1 Renkli Sırlar Kullanılarak Yapılan Uygulamalar

Görsel 32. Renkli Sırlı Formlar, 21x11x11 cm., 2017

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bildiride, Avanos ilçesi, çömlekçiliği ve kullanılan çamurun özellikleri anlatılmış, uygulama ve deneysel çalışmalarda ise, Avanos çömlekçi çamurunun, plastik çamur, astar, boya ve sır bünyelerinde kullanımı araştırılmıştır.

Avanos çömlekçi çamurunun plastik çamur bünyesinde kullanımında, 1000^{o}C ve 1200^{o}C sıcaklıklarda olumlu özellikte çıkan birçok sonuç elde edilmiştir. Avanos çamuru-şamotlu çamur karışımlarında, kırmızı-kahve tonları, Avanos çamuru-vitrifiye çamuru karışımlarında ise açık pembe-koyu kahverengi arasında değişen bir renk skalası oluşmuştur. Karışımlardaki Avanos çamuru oranı arttıkça, 1200^{o}C sıcaklıkta çamur deforme olmuştur. Seçilen A.V.Ç. 3 kodlu çamura, %20 MnO_2, %20 TiO_2, %20 $CuSO_4$ ilave edilerek yapılan renk araştırmaları, 1000^{o}C sıcaklıkta olumlu sonuçlar vermiştir. Sanatsal uygulama aşamasında, A.V.Ç.3 kodlu

çamur (1200°C) kullanılarak yapılan üç boyutlu dik form deforme olmuştur. Bu nedenle A.V.Ç.3 kodlu çamur ile çalışılırken dikkatli olunması gerekir.

Avanos çamuru-vitrifiye çamuru kullanılan astar denemelerinde, 1000°C ve 1200°C sıcaklıklarda olumlu özellikte çıkan sonuçlar elde edilmiştir. Karışım bünyesinde Avanos çamuru oranı arttıkça kızıl-kahve tonları, vitrifiye çamuru oranı arttıkça açık pembe-açık kahve tonlarında renk skalası oluşmuştur. Üleksit katkılı (zinter) astar denemelerinde, kızıl renk tonları elde edilirken örtücülüğün azaldığı, kadifemsi bir yüzey oluştuğu ve saydam sır ile birlikte kullanıldığında etkisini yitirdiği gözlemlenmiştir. Deneyler sonucunda, Avanos çamurunun astar bünyesinde kullanılmaya uygun olduğu görülmüştür.

Avanos çamurunun boya bünyesinde kullanımında, açık yeşil-koyu yeşil arası değişen renk tonları elde edilmiştir. 1000°C sıcaklıkta pişirilen deneme numunelerinin sırsız bölümlerinde boya dağılmıştır. 1200°C sıcaklıkta pişirilen numunelerin ise sırlı ve sırsız yüzeylerinin daha olumlu sonuçlar verdiği görülmüştür. Sır içi boyalarda, sülyenli sır kullanılan numuneler saydam açık yeşil- opak koyu yeşil arasında renkler vermiştir. Üleksitli sır kullanılan numuneler ise 1000°C sıcaklıkta mat ve açık gri-mavigri-koyu yeşil, 1200°C sıcaklıkta parlak ve açık mavi-turkuaz-koyu gri tonlarında renkler vermiştir. Avanos çamurunun sır içi renklendirme için uygun olduğu görülmüştür.

Avanos çamurunun sır bünyesinde kullanımında, 1000°C ve 1200°C sıcaklıklarda olumlu özellikte çıkan birçok sonuç elde edilmiştir. Sır bünyesindeki Avanos çamuru oranı arttıkça mat ve opak kızıl-kahve tonları, Avanos çamuru oranı azaldıkça parlak ve saydam sarı tonlar elde edilmiştir. Avanos çamuru oranı fazla olan sırların sanatsal etkilere sahip olduğu gözlemlenirken, renklendirici oksitlerle birlikte metalik etkiler yakalanmıştır.

Avanos çömlekçi çamurunun plastik çamur, astar, boya ve sır bünyesinde kullanımının olumlu sonuçlar verdiği görülmüş olması nedeniyle, seramikçiler tarafından kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKÇA

Ağatekin A.E. (2012). Seramik Sanatında Alternatif Bir İfade Aracı Olarak Atık Seramiklerin Kullanımı. Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Eskişehir,

Arcasoy, A., "Seramik Teknolojisi", Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik Anasanat Dalı Yayınları No:2, İstanbul, 1988.

Başpınar, E., Kuşçu,M., Karaçayır (Uşak) Kaolen Yatağı Kaolen Üretim Yöntemi, SDÜ e-dergi.

Çobanlı, Zehra ve Canbolat Ayşe "Avanos Çömlekçiliği", Eskişehir: Pişmiş Toprak Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 2010.

Felix Singer-W.LGerman '' Ceramic Glazes'' , Borax Consolidated Limited, London SWI, 1971 (Çeviren: Tülin AYTA, İstanbul,1976)

Genç, S., "Artistik Seramik Sırları-Sır Sanatı", Boyut Yayıncılık, İstanbul, 2013.

Gürtanın, N. Ve Munsuz, N. (1970). Avanos Çömlekçiliği ve Kullanılan Toprakların Bazı Teknolojik Özellikleri, Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi.

Kahraman D., *Demir Oksit İçeren Killerle Kırmızı Rengin Elde Edilmesi.* Dokuz Eylül üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, İzmir, 2007.

Özer,G., Çakı M., Ay, N., Stoneware Sırlarında Manganın Renk Etkileri, Uluslararası Katılımlı VII. Seramik Kongresi, 2008.

ASLAN, Emet Egemen "Avanos Çömlekçiliğinde Kaybolan Bir Değer: Kara Fırın (http://www.idildergisi.com/makale/pdf/1350644114.pdf) 24.05.2017

www.avanos.gov.tr (17.05.2017)

http://avanos.bel.tr/avanos/ (17.05.2017)

https://www.kapadokyaweb.com/inceleme/avanosta-kucuk-bir-gezi(24.05.2017)

http://www.chezalicomlekcilik.com/comlek.html (24.05.2017)

http://www.journalagent.com/megaron/pdfs/MEGARON_10_4_595_609.pdf(24.05.2017)

http://www.edebiyatvesanatakademisi.com/Forum/Detay/gezelim-gorelim/avanos-ta-gezinelim-33813.aspx(24.05.2017)

INVESTIGATION OF EVALUATED AS BODY FOR RAKU FIRING OF KONYA CUKURCİMEN POTTERY CLAY.

Şerife Yalçın Yastı[1], Ahmet Şahin[2]

[1]Selcuk University , Fine Art Faculty , Ceramic Department, Konya, Turkiye

[2]Selcuk University, Graduate School Of Socıal Scıences, Ceramic Department, Konya, Turkiye

The pottery workshop in the village of Çukurçimen, which is connected to the central Meram, Konya, is one of the rare workshops in Konya where the production is continuing. The local pottery clay contains grains in two millimeters in its natural structure . For this reason, the water-permeability of the produced pots is higher when the products are fired. From previous studies it was known that clay was resistant on 1200oC. For this reason, thermal shock tests have been carried out and it has been considered to investigate whether there is an alternate body mud for raku firing. In this context, the clay samples which are shaped according to the three-point bending test were fired at temperatures of 800 ° C (1200 ° C) (100 ° C intervals) and then some of them were removed from the kiln and exposed to water. In the same way, samples made of two different chamotte mud used for raku firing on the market were exposed to thermal shock and all three point bending tests were applied to all of them. Water absorption, porosity and bulk density measurements of all samples were performed. At the last stage of the work, raku glaze was fired by applying raku to pots made from pottery clay, and the results were evaluated.

Keywords: Cukurcimen pottery, red clay, potter's clay raku firing, raku mud, raku body

1. INTRODUCTION

The soil in the hilly areas around Çukurçimen Village of Konya - Meram is also a traditional pottery clay used in the pottery atelier in the village. The tradition of pottery at the beginning of the 1900s began with Pottery Mehmet Ali the master who settled in May (Kayasu) around Çukurçimen. At that time, a German engineer, potter Mehmet Ali, proposed to make the necessary arrangements for the transportation of water to Çukurçimen and its surroundings, and the master Çukurçimen was settled and manufactured by using potter's wheel all of the clay water pipe. Until 1970 these clay water pipes were used for the water needs of the local people. In the 1970s the clay water pipes was renovated again. The walls of the Mosque minarets in the Tekke village are made of these brickwork and traditional pottery kilns [1]. The .çukurçimen pots are known as water-permeability pots, which are the best cooling pots for water in surrounding settlements due to "water

draining", as the potter's master says. The filtered water through the pot vaporizes on the outside of the pot, thereby ensuring that the water in the pot remains cold. “Sweating like a Çukurçimen pot "is still widely used among the population. According to Muammer Kapçi from the Kapçi dynasty, in the months when the refrigerator was not available, in August, a rescue of a harmful sip of cold water was removed only by the Çukurçimen pot. By the children of potters, separate workshops were opened in the future and this profession was carried on and the family got the name of the Kapçi dynasty[1]. It seems that at that time a small-scale workshop close to ten is working. However, due to the rugged nature of the area and the lack of agricultural land, immigration to the city center has led to a decline in population. This social and economic situation has also caused some of these workshops to gradually disappear and disappear. Currently, a pottery workshop belonging to 4th generation Ahmet Kapçı is continuing.[1]. Products such as pottery, pot, cube are produced in this workshop [1,2]. In previous studies, the chemical and mineralogical contents of the pottery kiln were determined and their use as a coloring agent in the ceramic glaze was investigated [2,3]. During these characterization studies, clay was subjected to high-grade firing (1200oC) and high coarse particles were found in the raw clay. It is tried to investigate the possibility of using the pottery kiln as a structure containing thermal shock resistant grog which is used in the raku firing of the world because of the lack of deformation in the 1200° C glaze firing of the bodies obtained by shaping the ground state of the pottery kiln, and quartz of the granular structure contained therein.

As is known, an alternative firing technique, raku firing, is applied to a container containing organic substances such as straw, paper, sawdust, etc., which are glazed or unglazed in the incandescent state and burned at high temperature in modern applications [4-5]. Here, the organic matter that comes into contact with the extremely hot body is beginning to burn. When the cabinet is sealed in such a way that it can be isolated from the air, black smoke (carbon monoxide) comes out of the flammable materials which are not completely flammable since oxygen is reduced. This smoke creates a reducing environment. "Oxygen hunger takes the oxygen of unstable metal oxides in glaze and the clay in the unglazed parts of the carbon monoxide, metals, and forms carbon dioxide and carbon dioxide" [5]. As a result, darkish unglazed and interesting metallic glare glazed surfaces are produced. If desired, ceramic pieces taken from this vessel are then left in the water to provide a crackle glaze with sudden cooling [4]. Raku firing is a type of fast firing and because the ceramic parts are removed from the kiln while the flakes are in red-hot state, the ceramic sludge to be used must be thermal shock resistant. For this reason, the raku sludge must be porous in both the body and glaze firing. This porosity should be in the form of ceramic fracture or quartz to be added rather than into the mud from the CaCO3 content [4]

In this study worked on the usability of the Çukurçimen pottery clay as a raku body. It is considered to be a step to prevent the development or disappearance of the local pottery by bringing the variety of this product if the red color and the working

temperature of 1200oC and at the same time the positive result is obtained with the Çukurçimen clay containing the quartz grains.

2. EXPERİMENTALS

2.1 Materials and Methods

The main material used in this study is the pottery clay of Konya -Meram Çukurçimen. Crusher with special construction roll for crushing, Nüve brand MF120 ash furnace for thermal shock tests, Special (Adim Ceramic) trial furnace for normal firing, Dikomsan HT 600 H precision scale for weighing, Shimadzu AGS-X and manual calipers are used for measurements. Chemical, mineralogical and DTA analyzes of clay have been obtained from previous studies [2] and are seen in Fig. 1, Fig. 2 and Table 1, Table 2. The studies carried out within the scope of this research with Çukurçimen clay are listed below.

2.2.1. Preparation of clay

In the first phase of the work, the Cukurcimen clay, which is provided directly from the clay deposit, is prepared for applications. For this, the foreign materials such as plant roots in the clay pile spread on a cover were manually removed. Some of the clay was soaked with a little bit of water and after being rested for a while, it was once passed through a custom-made slurry sifting machine to crush very large grains. The coarse granules of roughly 3 mm in crude clay were reduced to about 1.5 mm by this crushing process (Fig. 3). The damp clay passed through the pores is made homogeneous and plastic, suitable for shaping by mixing for 2-3 days and by hand kneading.

Table 1. Chemical analysis of Cukurcimen clay [2]

Component	(%)
L.O.I.*	12,06
SiO_2	51,76
Al_2O_3	23,86
Fe_2O_3	7,24
CaO	2,52
MgO	0,64
SO_3	0,06
K_2O	1,51
Na_2O	0,35

*Lost of Ignition

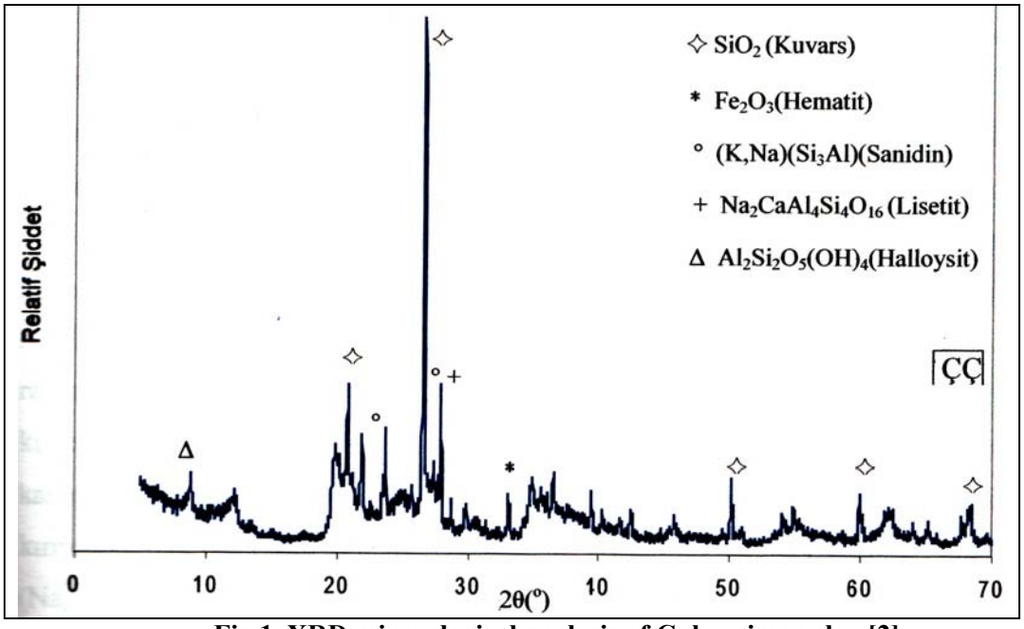


Fig.1. XRD mineralogical analysis of Cukurcimen clay [2]

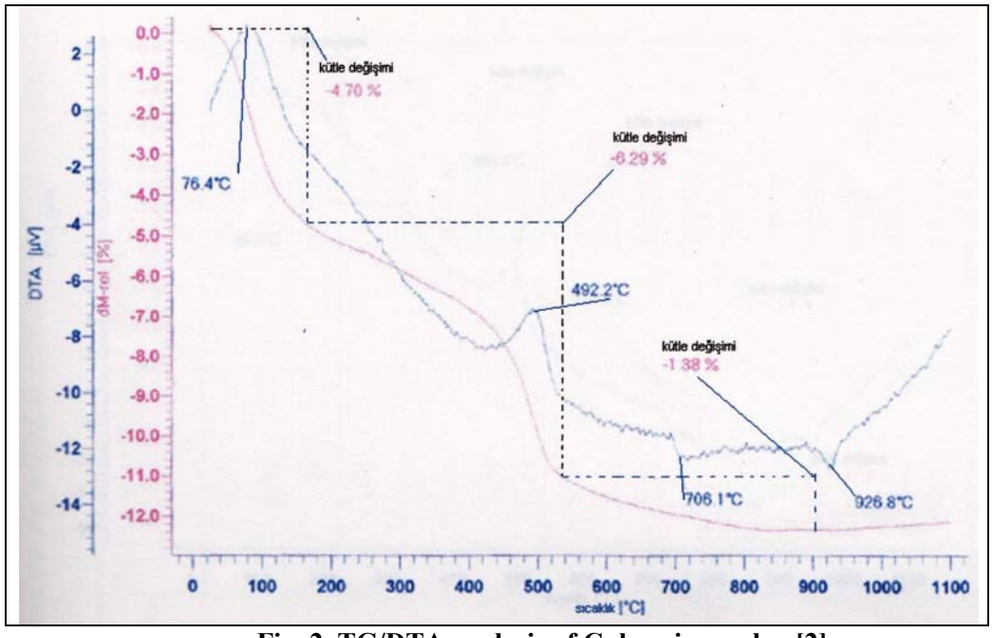


Fig. 2. TG/DTA analysis of Cukurcimen clay [2]

Table 2. The reactions detected on the TG / DTA graph of Cukurcimen clay, the peak intervals and the resulting mass losses [2]

Endothermic reactions		Ekzothermic reactions		Mass loss (%)	Temperature intervals of mass loss (°C)
Peak Temp. (°C)	Peak interval (°C)	Peak Temp. (°C)	Peak interval (°C)		
76,4	20-130	926,8	905-940	4,70	20-170
492,2	460-520			6,29	170-530
				1,38	530-920

2.1.2. Thermal shock and 3 point bending test

200x20x14mm for thermal shock tests strength rods prepared from clay The parts removed from the ash furnace at 800 °C 1200 °C (100 ° C intervals) were directly discharged to water and exposed to thermal shock. A there point bending test was applied to the thermally shocked strength rods. In addition, this study has been carried out with yellow chamotte clay (Aslan Tugla) and imported chamotte clay obtained from Kalaçlar which is used for raku firing in the market and compared with Çukurçimen clay. Strength bars were also used for dry shrinkage and shrinkage measurement

Plates with thickness of 5-7 mm were prepared from the potter's clay and other market clay in order to make the 3-point bending test samples more realistic because of their thickness is thicker and the same thermal shock tests were repeated and the results were compared.

2.1.3. Water absorption, porosity and bulk density measurements

The parts made from the potter's clay and raku firing mud on the market 20x20x15 mm were measured by water absorption, porosity and bulk density measurements after thermal shock tests and the results were compared.

2.1.4. Preparing pottery clay by filtration and thermal shock tests

The raw clay dispersed in water was filtered through a 250 micron sieve, and after the water was drawn, it was kneaded and turned into a pottery clay. This 3-point mechanical resistance test bars were prepared by filtration and pre-fired at 1000oC for similarity of raku firing applications. Test strips were then removed from the kiln at 1000oC, 1100oC and 1200oC and exposed to thermal shock.

2.1.5. Raku firing applications

Plates with a thickness of 5-7 mm were also prepared from the sludge obtained from the filtered kilden and biscuit firings were made at 1000 oC in the oven. Then, in Table 1, the prescription glaze was prepared and applied with a brush. An ash oven has been used to control temperatures for purging. At temperatures increasing from 900°C to 1200°C, 2 sherds of the glaze removed from the furnace were placed in a bowl containing the chips and paper. After waiting for 15-20 minutes, the pieces were left in the water and the application of raku was finished.

3. RESULTS AND EVALUATION

Drying, firing and total shrinkage of pottery clay and other raku application sludges are shown in the graphs in Fig 4-Fig 6.

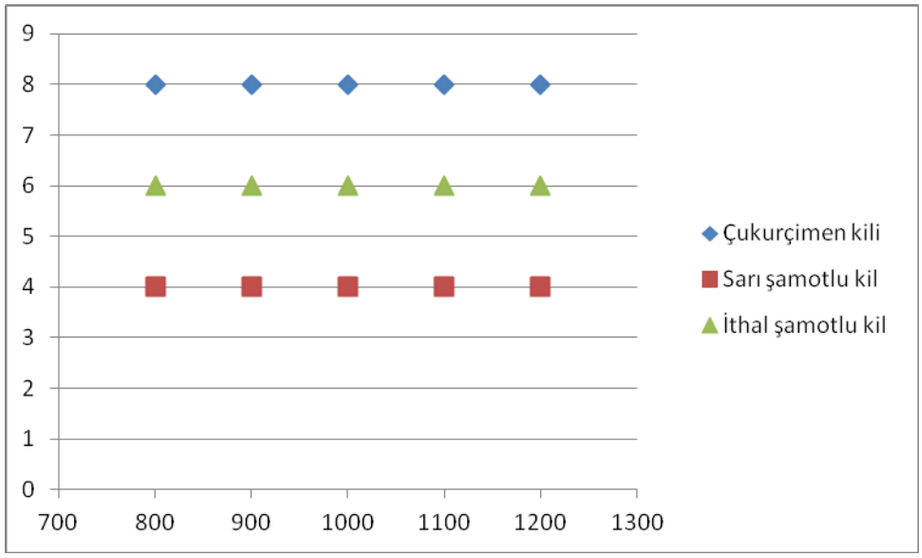


Fig 4. % Dry shrinkage values of Cukurcimen clay and other raku sludges

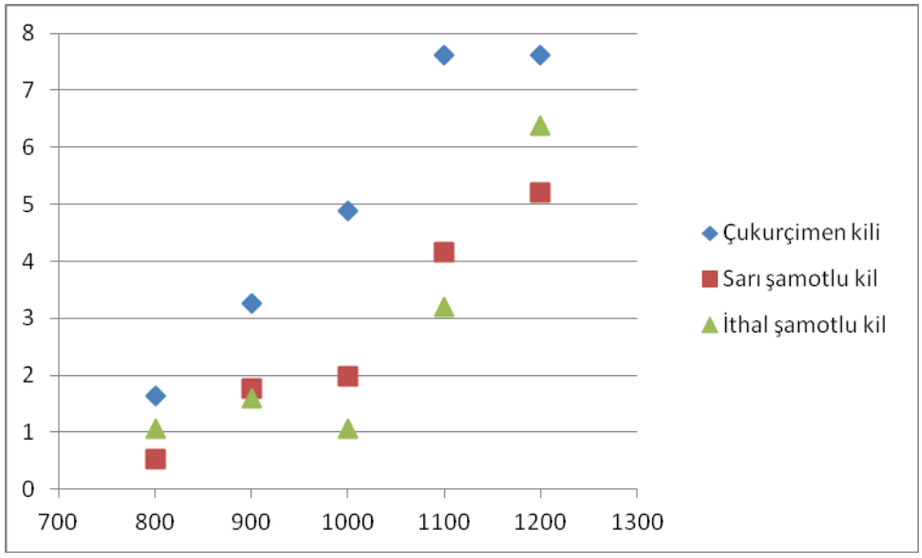


Fig. 5. % Firing shrinkage values of Cukurcimen clay and other raku sludges

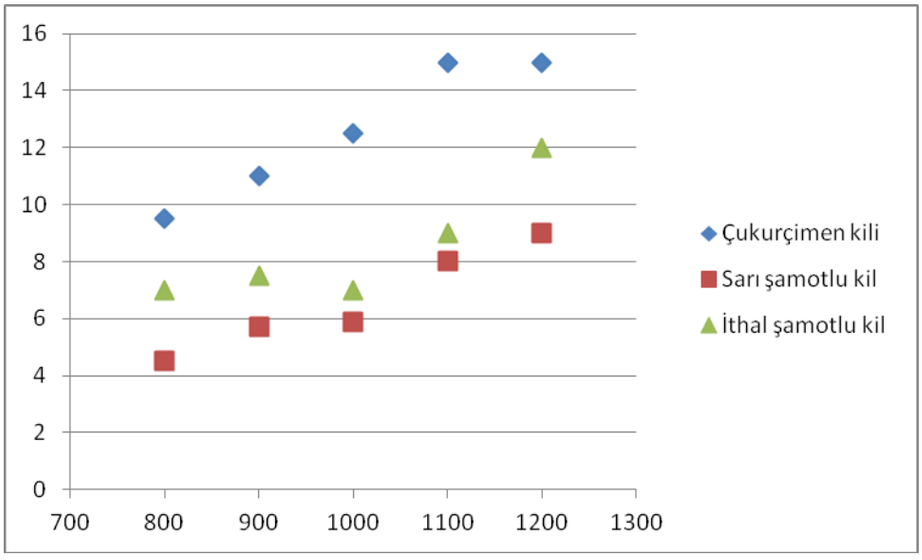


Fig. 6. %Total shrinkage values of Cukurcimen clay and other raku sludges

As can be seen from the results in the graphs, dry shrinkage and firing shrinkage values of Cukurcimen clay bigger than other muds. This indicates that the drying of manually shaped products must be controlled. Since low temperature glazes are generally used for firing Raku, there is no inconvenience that the usage of Çukurçimen kilin will not be excessive at low temperatures.

The results of the 3-point bending test of the cukurcimen clayt and other muds after thermal shock are given in Fig. 7 and Table 3

Again, water sorption, open porosity and bulk densities of all three muds after thermal shock are given in Table 4 and Fig. 8-Fig 10.

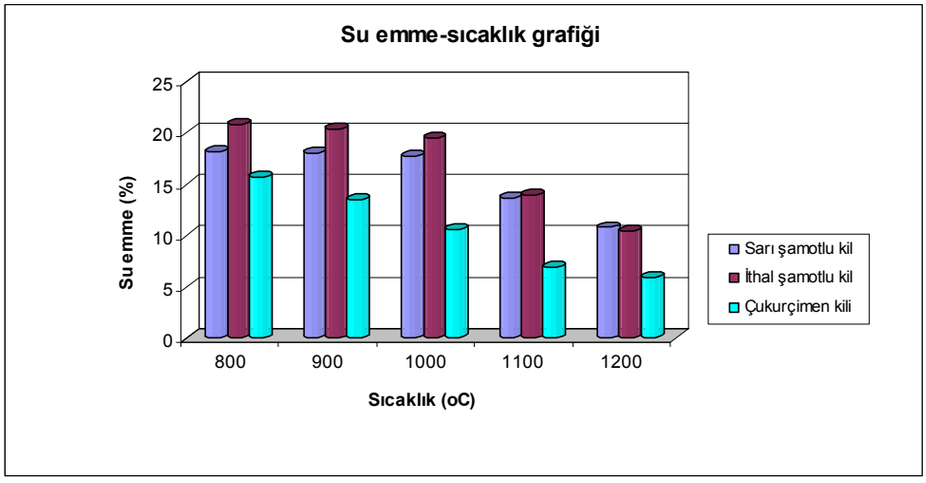


Fig 8. Water absorption-temperature graph after thermal shock of Cukurçimen clayand other raku sludge

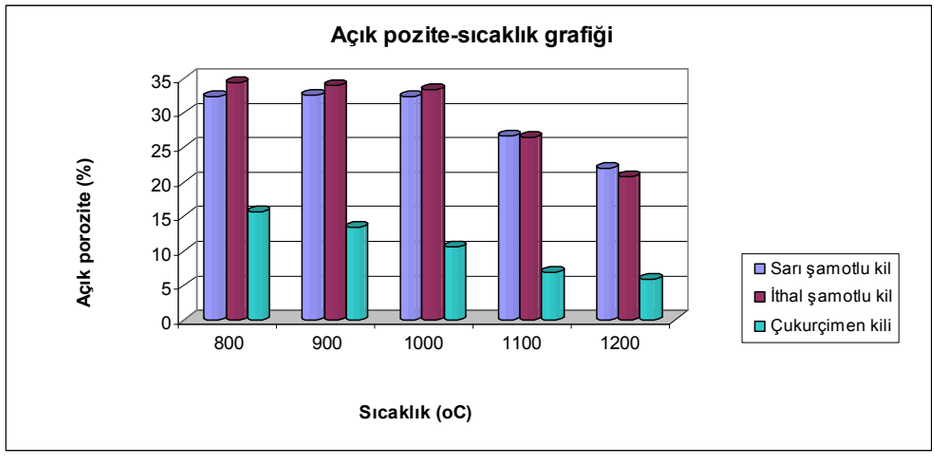


Fig 9. Open porosity-temperature graph after thermal shock of Cukurçimen clayand other raku sludge

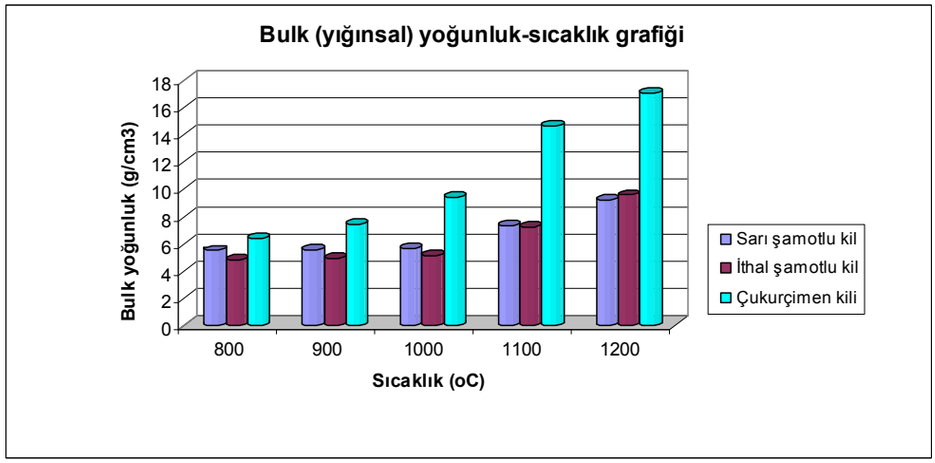


Fig. 10. Bulk density-temperature graph after thermal shock of Cukurçimen clayand other raku sludge

Plates made from Cukurcimen clay and other mud were removed from the furnace at temperatures of 800 ° C (1200 ° F) and increased to 1200 ° C (100 ° C intervals). Only two of our samples were broken because they hit the edge of the metal case when left in the water (Fig.11).

Sıcaklık (^{o}C)	**Çukurçimen kili**	**Sarı şamotlu kil**	**İthal şamotlu kil**
800			

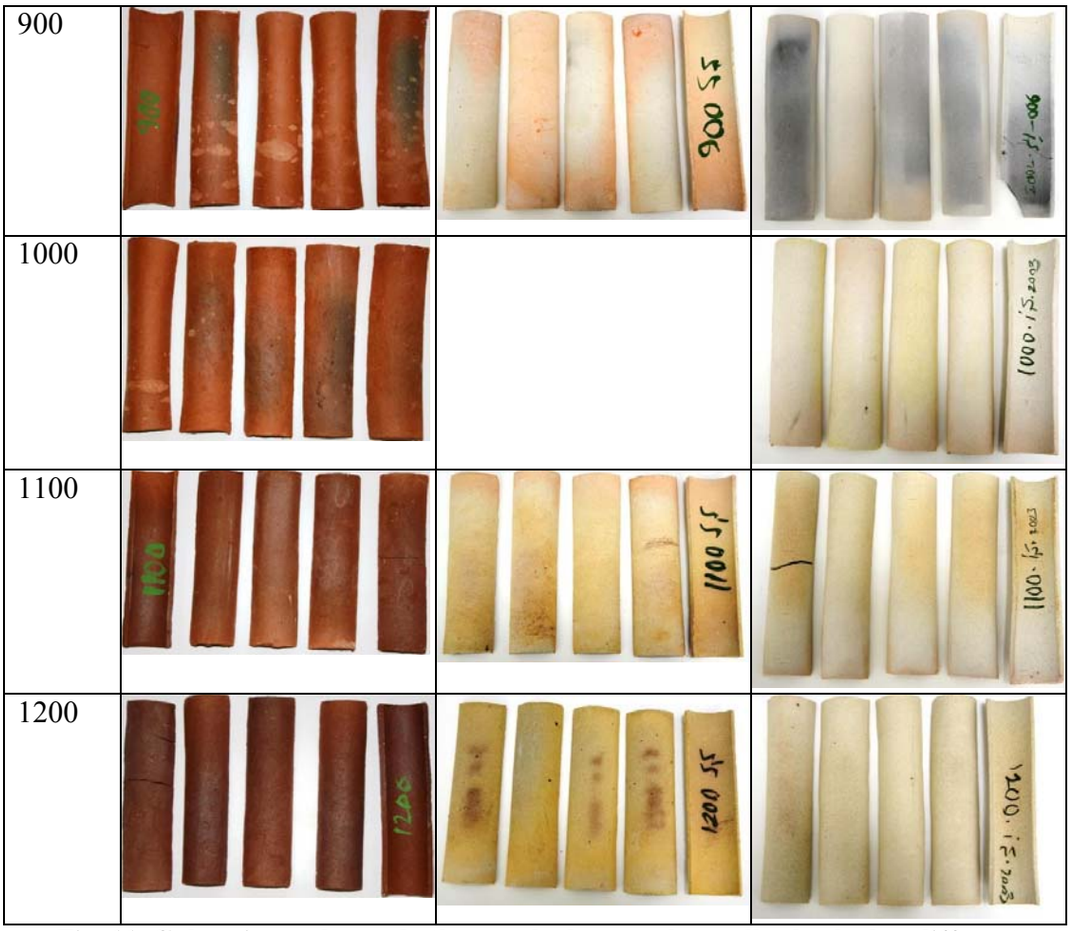


Fig. 11. Cukurcimen clay and other muds that are thermally shocked at different temperatures

Plates made from filtered clay from a 250 micron sieve were pre-fired at 1000oC and then glazed and raku-fired at elevated temperatures (Fig. 12, Fig 13). As you can see, there is no breakage or fragmentation as a result of the raku firing.

a b

Fig. 12. Application of raku firing with a Cukurcimen clay: a) 900°C firing; B) firing at 1000°C

a b

Fig. 12. Application of raku firing with a Cukurcimen clay: a) 1100°C firing; B) firing at 1200°C

It is seen from all these studies that Çukurçimen pottery can be evaluated as a constituent in raku firings, provided that the clay is dried under controlled conditions. Although the Raku firing is normally a low grade firing, the suitability of this study at 1200oC has also been investigated. For this reason, during the cooking of raku largely from the top of the kiln, the matures of the glaze are checked and the pieces are started to be removed from the kiln. In the lower part of the furnace, the parts which are near to the burner and which are constantly exposed to the flame are exposed to higher heat. In this study, high temperature experiments were also carried out considering the temperature to which the parts placed on the bottom part would be exposed, and as a result they gave positive results.

KAYNAKLAR

[1] Kapçı, M., Çukurçimen Testisinin Hikayesi, Çukurçimen Köyü Rehberi, yıl 2, sayı 2, 2010, Konya, s.20-22

[2] Yalçın Yastı, Ş. Çukuçimen ve Doğanhisar Çömlekçi Killerinin Karakterizasyonu ve Renklendirici Malzeme Olarak Değerlendirilmesi, Anadolu Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, 2014.,

[3] Çakı, M., Yalçın Yastı, Ş., Konya Çukurçimen Çömlekçiliği, Seres 2005, Uluslar arası Katılımlı Seramik Cam Emaye Sır ve Boya Semineri,286-294

[4] Başkırkan, H., *Raku Pişirimi*, Seramik Pişirim Teknikleri ve Fırınları (Editör: Aslan, E,E.ve Canduran, K.,), Opus Basımevi, Ankara, 2016, 32-37.

[5] Özalp, N., Bakır Kırmızısı Sırlar, Dokuz Eylül Üniversitesi Sanatta Yeterlilik Tezi, İzmir, 2011

KONYA ÇUKURÇİMEN ÇÖMLEKÇİ KİLİNİN RAKU PİŞİRİMLERİ İÇİN BÜNYE OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİNİN ARAŞTIRILMASI

Şerife Yalçın Yastı[1], Ahmet Şahin[2]

[1]Selçuk Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik Bölümü, Konya

[2]Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Seramik Anasanatdalı, Konya

Konya merkez Meram ilçesine bağlı Çukurçimen köyünde bulunan çömlekçi atölyesi Konyada üretime devam eden nadir atölyelerden biridir. Bu atölyede kullanılan yöreye özgü çömlekçi kilinin doğal yapısında iki milimetre boyutlarında tanecikler içermektedir. Bu nedenle üretilen testi boduç küp gibi ürünler piştikleri zaman su geçirgenlikleri fazla olmaktadır. Daha önceki yapılan çalışmalardan kilin 1200°C'ye dayandığı bilindiğinden termal şok deneyleri üzerinde durularak raku bünyeleri için alternatif bir bünye çamuru olabilir mi sorusunu akla getirmiştir. Bu kapsamda üç noktalı eğme testine uygun şekillendirilen kil numuneler 800°C den 1200°C'ye artan sıcaklıklarda (100°C aralıklarla) pişirilerek bir kısmı termal şoka maruz olacak şekilde fırından çıkarılıp suya bırakılmışlardır. Aynı şekilde piyasada raku pişirimi için kullanılan iki farklı şamotlu kilden yapılan örnekler de termal şoka maruz bırakılmışlar ve hepsine birden üç noktalı eğme testi uygulanmıştır.

Elde edilen bütün örneklerin su emme, gözeneklilik ve bulk yoğunluk ölçümleri gerçekleştirilmiş ve artan pişirim sıcaklıklarına göre mineralojik yapıdaki değişimleri incelenmiştir. Çalışmanın son aşamasında çömlekçi kilinden yapılmış plakalara raku sırları uygulanarak raku pişirimi gerçekleştirilmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çukurçimen çömlekçiliği, kırmızı kil, çömlekçi kili, raku pişirimi, raku çamuru, raku bünyesi

1. GİRİŞ

Konya - Meram ilçesine bağlı Çukurçimen Mahallesi (Köyü) çevresindeki tepelik alanlardaki toprak, aynı zamanda köyde çömlekçi atölyesinde de kullanılan geleneksel bir çömlekçi kilidir. Yöredeki çömlekçilik geleneği 1900'lü yılların başında Çukurçimen civarında May (Kayasu) 'a yerleşen Bozkırlı Mehmet Ali ustanın burada çömlekçilik yapmasıyla başlamıştır. Bu tarihlerde görevli bir Alman mühendisin Mehmet Ali ustaya Çukurçimen ve çevresine su taşınmasında gerekli künkleri yapmasını teklif etmesi sonucu usta Çukurçimene yerleşmiş ve tüm künkleri tornasını kullanarak imal etmiştir. 1970 lere kadar bu künkler yöre insanının su ihtiyacını gidermede kullanılmıştır. 1970'lerde ise künkler tekrar yenilenmiştir. Tekke Mahallesindeki Camii minaresi duvarları yine bu kilden yapılan ve geleneksel

fırında pişirilen tuğlalarla örülmüştür[1]. Çukurçimen testileri su geçirgenlik özelliğiyle, çömlekçi ustasının tabiriyle "suyu süzdürmesi" nedeniyle civar yerleşim yerlerinde suyu en iyi soğutan testiler olarak bilinmektedir. Testinin içinden süzülen su testinin dış kısmında buharlaşarak testinin içindeki suyun soğuk kalmasını sağlamaktadır. "Çukurçimen testisi gibi terlemek" deyimi de halk arasında halen yaygın kullanılmaktadır. Kapçı sülalesinden Muammer Kapçıya göre; *buzdolabının bulunmadığı tarihlerde Ağustos ayında harmanda bir yudum soğuk suyun hasreti ancak ve ancak Çukurçimen testisi ile giderilirdi.*

Ustanın çocukları tarafından da ileriki zamanlarda ayrı atölyeler açılarak bu meslek sürdürülmüş ve aile kapçı sülalesi adını almıştır [1]. O tarihlerde on'a yakın küçük ölçekli atölyenin çalışmakta olduğu görülmektedir. Fakat yörenin engebeli yapısı tarım arazisinin az olması nedeniyle şehir merkezine göçlerin olması nüfusun azalmasına sebep olmuştur. Bu sosyal ve ekonomik durum buradaki atölyelerin de zamanla azalmasında ve birer birer kaybolmasına neden olmuştur. Hâlihazırda 4. Kuşaktan Ahmet Kapçı'ya ait bir adet çömlekçi atölyesi faaliyetini sürdürmektedir [1]. Bu atölyede çömlek, testi, boduç, küp, tufran çeşitleri ve baca gibi ürünler üretilmektedir [1,2].

Daha önceki çalışmalarda çömlekçi kilinin kimyasal ve mineralojik içeriği belirlenmiş ve renklendirici olarak seramik sırında kullanımı araştırılmıştır [2,3]. Bu karakterizasyon çalışmaları sırasında kilin yüksek dereceli pişirime (1200^oC) dayandığı ve ham kilin içerisinde yüksek oranda iri taneciklerin olduğu saptanmıştır. Çömlekçi kilinin öğütülmüş halinin tornada şekillendirilmesiyle elde edilen bünyelerin 1200^oC lik sır pişiriminde deformasyona uğramaması ve içerdiği tanecikli yapının kuvars olması nedeniyle bünyenin raku pişirimlerinde de kullanılan ısıl şoka dayanıklı grog içeren bünye gibi kullanılmasının mümkünlüğü bu çalışmada araştırılmaya çalışılmıştır.

Bilindiği gibi alternatif bir pişirim tekniği olan raku pişiriminin çağdaş uygulamalarında yüksek sıcaklıkta fırından çıkarılan akkor halindeki sırlı ya da sırsız bünyeler yanma özelliği taşıyan saman, kağıt, talaş gibi organik maddelerin bulunduğu bir kaba alınmaktadır [4-5]. Burada aşırı sıcak bünyeye temas eden organik madde yanmaya başlamaktadır. Kabın ağzı havadan izole edilecek şekilde kapatıldığında oksijen azaldığı için tam yanamayan yanıcı maddelerden siyah duman (karbon monoksit) çıkmaktadır. Bu duman indirgen bir ortam oluşturmaktadır. "*Oksijene aç karbon monoksit, sırsız kısımlardaki kil ve sır içindeki kararsız metal oksitlerin oksijenini alarak, metalleri indirger ve karbon dioksit oluşturur"* [5]. Bunun sonucunda siyahımsı sırsız bünye ve metaliksi parlaklıkta yanar döner efektli sır yüzeyleri elde edilmektedir. İstenirse bu kaptan alınan seramik parçalar daha sonra suya bırakılarak ani soğumayla sır çatlağının olması sağlanmaktadır [4]. Raku pişirimi bir tür hızlı pişirim olduğundan ve pişirim sürecinin devamında seramik parçaları akkor haldeyken fırından çıkarılmaları nedeniyle kullanılacak seramik çamurlarının termal şoka dayanımlı olmaları gerekmektedir. Bunun için raku çamurlarının hem bünye hem de sır pişirimlerinde gözenekli yapıda olması

gerekmektedir. Bu gözeneklilik CaCO3 içeriğinden ziyade çamur içine ilave edilecek seramik kırığı veya kuvars şeklinde olmalıdır [4]

Bu çalışmada Çukurçimen çömlekçi kilinin raku bünyesi olarak kullanılabilirliği üzerine çalışılmıştır. Kırmızı renkli ve çalışma sıcaklığı 1200^{o}C' ye elverişli aynı zamanda içerisinde kuvars tanecikler içeren Çukurçimen kili raku pişirimlerinden olumlu sonuç alındığı takdirde bu ürün çeşitliliğini beraberinde getirerek yöre çömlekçiliğini geliştirmede ya da yok olmasını önlemede bir adım olacağı düşünülmektedir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1 Materyal ve Metod

Bu çalışmada kullanılan ana malzeme Konya –Meram Çukurçimen çömlekçi kilidir. Bu çalışmada kilin ezilmesi için özel yapım merdaneli ezici, termal şok deneyleri için Nüve marka MF120 model kül fırını, normal pişirimler için özel yapım (Adım Seramik) deneme fırını, tartımlar için Dikomsan HT 600 H hassas terazi, 3 noktalı eğme testi için Shimadzu AGS-X marka cihaz ve küçülme ölçümleri için 150 mmlik manuel kumpas kullanılmıştır. Kilin kimyasal, mineralojik ve DTA analizleri daha önceki çalışmalardan [2] temin edilmiş olup Görsel1-Görsel 3 ve Çizelge 2'de görülmektedir. Çukurçimen kili ile bu araştırma kapsamında yapılan çalışmalar aşağıda sıralanmıştır.

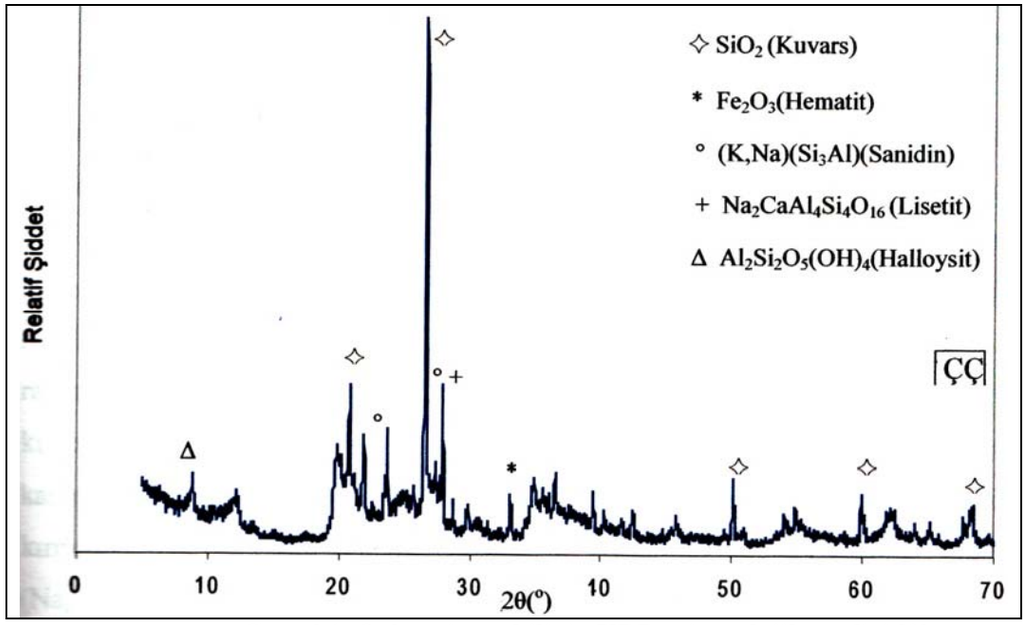
2.2.1. Kilin hazırlanması:

Çalışmanın ilk aşamasında doğrudan kil ocağından temin edilen çukurçimen kili uygulamalar için hazırlanmıştır. Bunun için bir örtü üzerine yayılan kil yığınındaki bitki kökü gibi yabancı malzemeler elle ayıklanmıştır. Kilin bir kısmı bir miktar su serpelenerek ıslatıldıktan ve bir süre dinlendirildikten sonra özel yapım merdaneli çamur ezme makinasından tek sefer geçirilerek çok iri tanelerin ezilmesi sağlanmıştır. Ham kilin yapısındaki yaklaşık 3 mm lik iri taneler bu ezme işlemiyle yaklaşık 1,5 mm ye indirilmiştir (Görsel 3). Eziciden geçirilen nemli kil, karıştırma 2-3 gün bekletme ve elle yoğurma işlemleriyle şekillendirmeye uygun homojen ve plastik hale getirilmiştir.

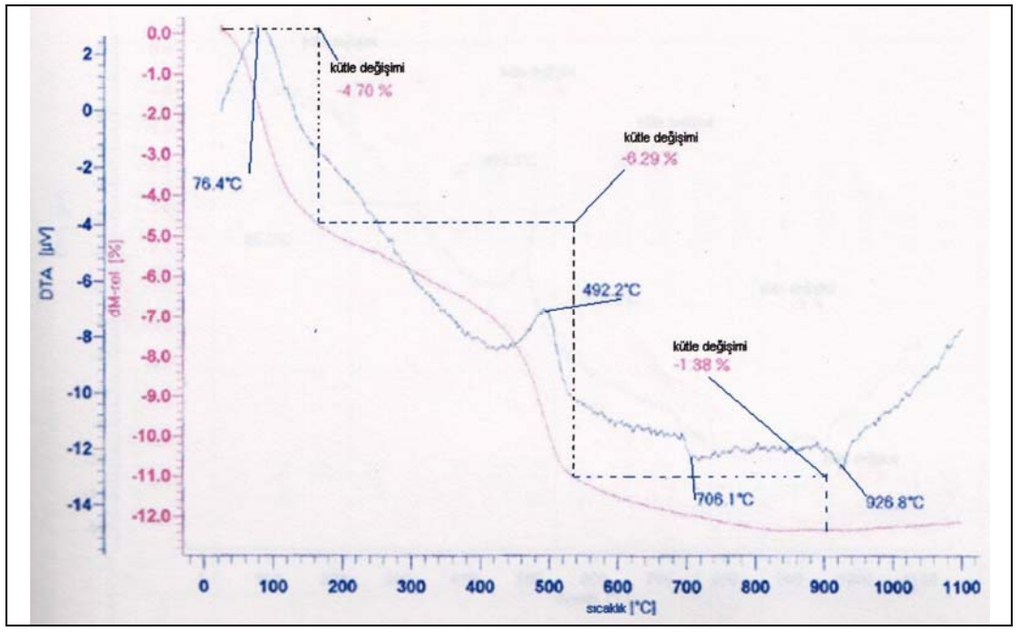
Çizelge 1. Çukurçimen kilinin kimyasal analizi [2]

Bileşen	**(%)**
A.K.*	12,06
SiO_2	51,76
Al_2O_3	23,86
Fe_2O_3	7,24
CaO	2,52
MgO	0,64
SO_3	0,06
K_2O	1,51
Na_2O	0,35

*Ateş kaybı



Görsel 1. Çukurçimen kilinin XRD mineralojik analizi [2]



Görsel 2. Çukurçimen kilinin DTA analizi [2]

Çizelge 2. Çukuçimen kilinin TG/DTA grafiğinde saptanan reaksiyonlar , pik aralıkları ve oluşan kütlesel kayıplar [2]

Endotermik Reaksiyonlar		Ekzotermik reaksiyonlar		Kütle kaybı miktarı (%)	Kütle kaybının meydana geldiği sıcaklık aralıkları (°C)
Pik sıcaklığı (°C)	Pik aralığı (°C)	Pik sıcaklığı (°C)	Pik aralığı (°C)		
76,4 492,2	20-130 460-520	926,8	905-940	4,70 6,29 1,38	20-170 170-530 530-920

2.1.2. Termal şok ve üç noktalı eğme testi :

Termal şok denemeleri için kilden 220*20*14mm ölçülerinde hazırlanan mukavemet çubukları Nüve marka kül fırınından 800^{o}C den 1200^{o}C'ye artan sıcaklıklarda (100^{o}C aralıklarla) çıkarılan parçalar doğrudan suya atılarak termal şoka maruz bırakılmıştır. Termal şok yapılmış mukavemet çubuklarına 3 noktalı eğme testi uygulanmıştır. Ayrıca bu çalışma halen piyasada raku pişiriminde kullanılan Kalaçlar firmasından temin edilen sarı şamotlu kil (aslan tuğla) ve ithal şamotlu kil ile de gerçekleştirilerek Çukurçimen kili ile kıyaslamalar yapılmıştır. Mukavemet çubukları aynı zamanda kuru küçülme ve pişme küçülme ölçümleri için de kullanılmıştır.

Üç noktalı eğme testi numunelerinin kalınlıkları fazla olduğu için daha gerçekçi olması bakımından çömlekçi kilinden ve diğer piyasa killerinden 5-7 mm arasında kalınlığa sahip plakalar hazırlanıp aynı termal şok denemeleri tekrarlanmış ve gözle incelenerek sonuçlar kıyaslanmıştır.

2.1.3. Su emme, gözeneklilik ve bulk yoğunluk ölçümleri

Çömlekçi kili ve piyasadaki raku pişirim çamurlarından yaklaşık 20x20x15mm ölçülerinde yapılan parçalar termal şok testlerinden sonra kurumaları beklenmiş ve su emme, gözeneklilik ve bulk yoğunluk ölçümleri yapılarak sonuçlar kıyaslanmıştır.

2.1.4. Çömlekçi çamurunun süzülerek hazırlanması ve termal şok denemeleri

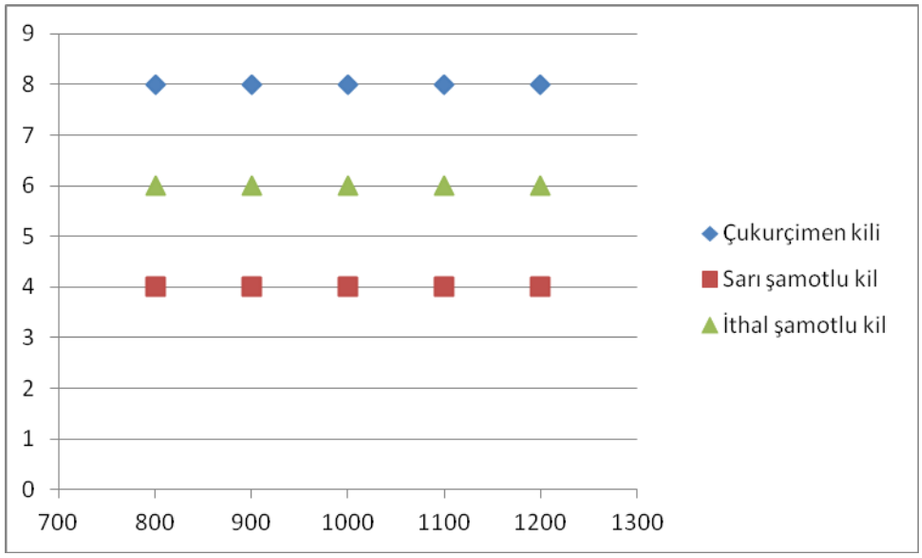
Çukurçimen çömlekçi kili ile yapılan uygulamaların bir kısmında suda dağıtılan ham kil 250 mikronluk elekten süzülmüş ve suyu çekildikten sonra yoğrularak çömlekçi kili haline getirilmiştir. Süzülerek hazırlanan bu kilden 3 noktalı mekaniksel dayanım testi çubukları hazırlanmış ve raku pişirim uygulamalarına benzerlik açısından bu sefer 1000^{o}C 'de ön pişirim uygulanmıştır. Daha sonra 1000^{o}C, 1100^{o}C ve 1200^{o}C'lerde fırından çıkarılan test çubukları suya bırakılarak termal şoka maruz bırakılmışlardır.

2.1.5. Raku pişirim uygulamaları

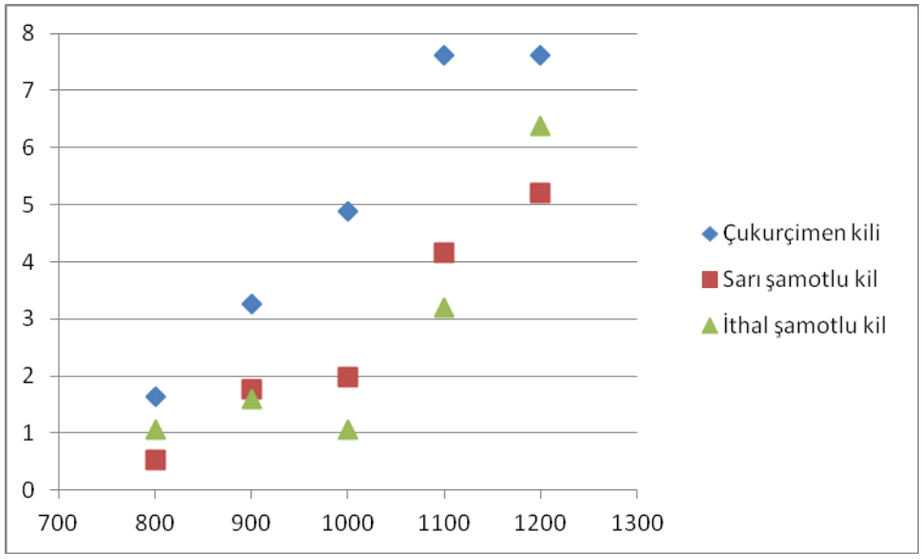
Süzülmüş kilden elde edilen çamurdan yine 5-7 mm arasında kalınlığa sahip plakalar hazırlanıp, fırında 1000oC 'de bisküvi pişirimleri yapılmıştır. Ardından Çizelge 1' de reçetesi verilen sırlar hazırlanıp parçalara fırça ile sürülmüştür. Pişirim için sıcaklıklar kontrollü olması bakımından kül fırını kullanılmıştır. 900oC den -1200oC'ye artan sıcaklıklarda fırından çıkarılan 2 şer adet sırlı parça talaş ve kağıt içeren kaba koyularak üzeri kapatılmış, bu şekilde 15-20 dk bekledikten sonra parçalar suya bırakılarak raku pişirim uygulaması sonlandırılmıştır.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

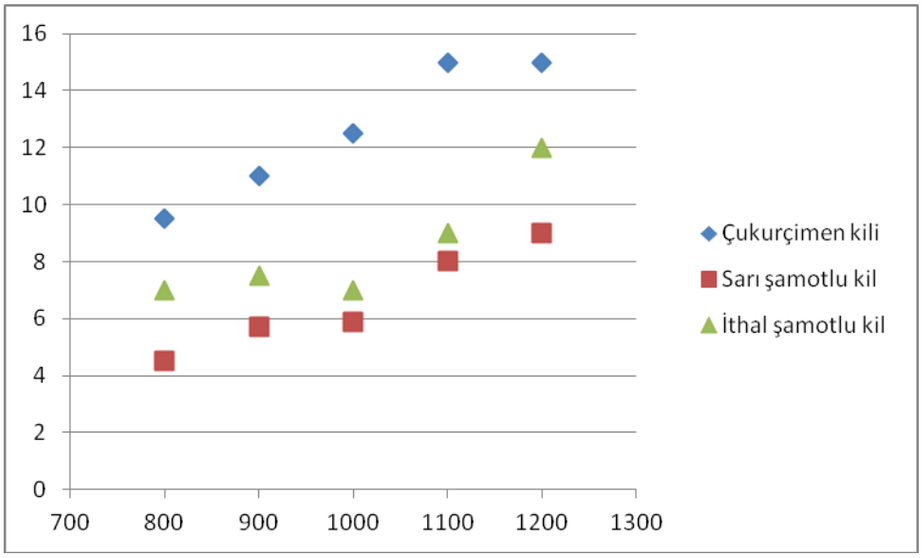
Çukurçimen çömlekçi kili ve diğer piyasada satılan raku uygulamalarında kullanılan çamurların kuruma, pişme ve toplam küçülmeleri Görsel 3-Görsel 5'teki, grafiklerde gösterilmektedir.



Görsel 4. Çukurçimen kili ve diğer raku pişirim çamurlarının % kuru küçülme değerleri



Görsel 5. Çukurçimen kili ve diğer raku pişirim çamurlarının % pişme küçülme değerleri

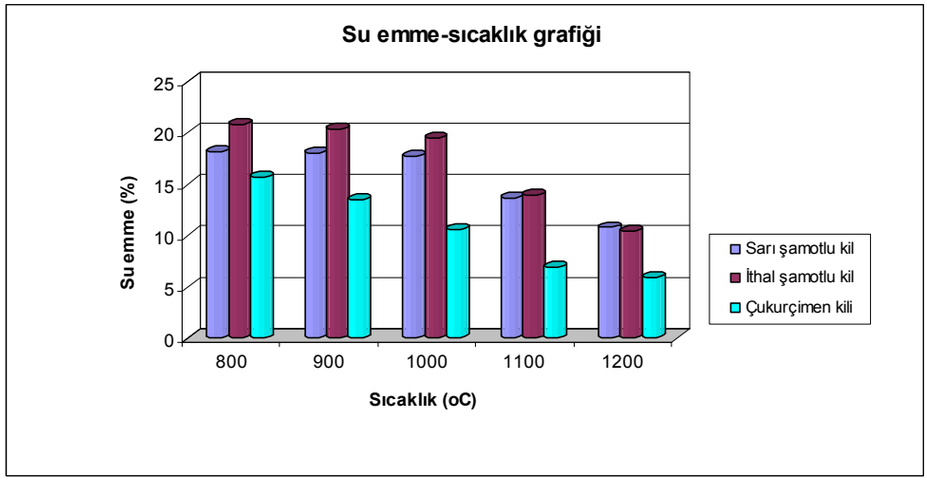


Görsel 6. Çukurçimen kili ve diğer raku pişirim çamurlarının % toplam küçülme değerleri

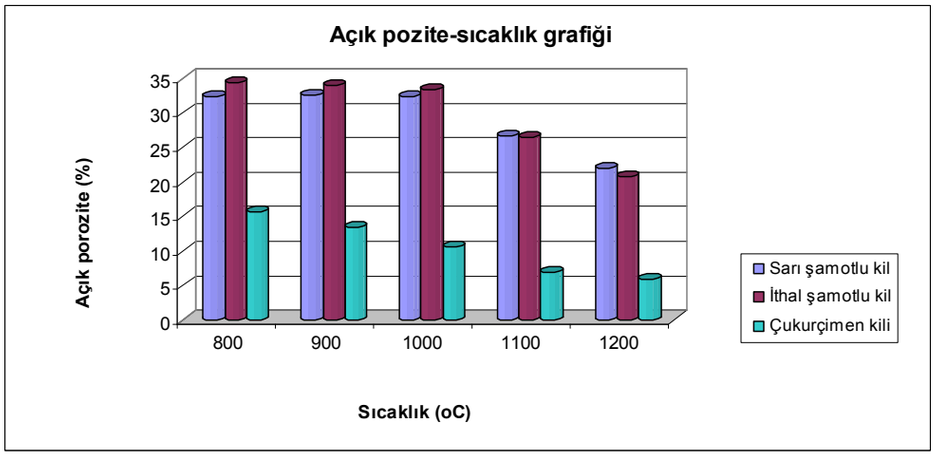
Grafiklerdeki sonuçlardan görüldüğü gibi çukurçimen kilinin kuru ve pişme küçülmeleri diğer çamurlardan oldukça fazladır. Bu da elle şekillendirilen ürünlerin kurutulmasının kontrollü olması gerektiğini gösterir. Raku pişiriminde genelde düşük sıcaklık sırları kullanıldığından düşük sıcaklıklarda Çukurçimen kilinin kullanımında aşırı küçülme olmayacağından sakınca bulunmamaktadır.

Çukurçimen kiline ve diğer çamurların termal şoktan sonra yapılan 3 noktalı eğme testi sonuçları Görsel 7 ve Çizelge 3'te verilmektedir.

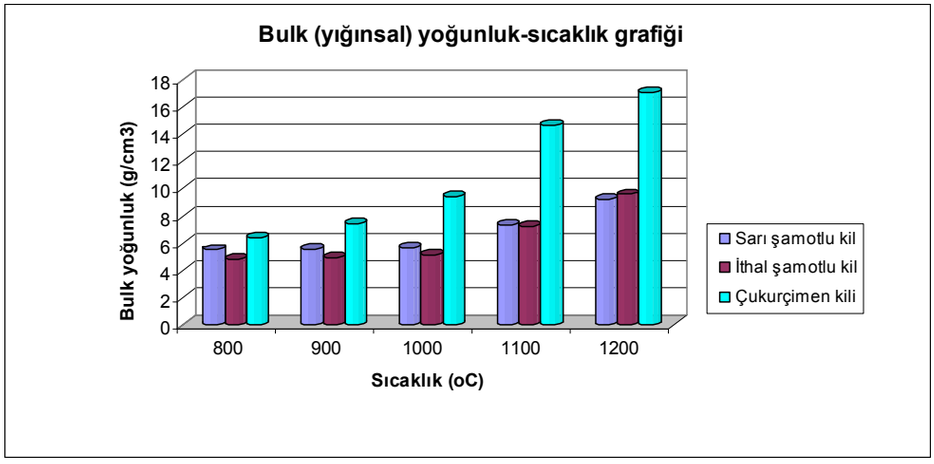
Yine her üç çamurun termal şok sonrası su emme, açık porozite ve bulk yoğunlukları Çizelge 4 ve Görsel 7-Görsel 9'da verilmektedir.



Görsel 8. Çukurçimen kili ve diğer raku pişirim çamurlarının termal şok sonrası su emme- sıcaklık grafiği

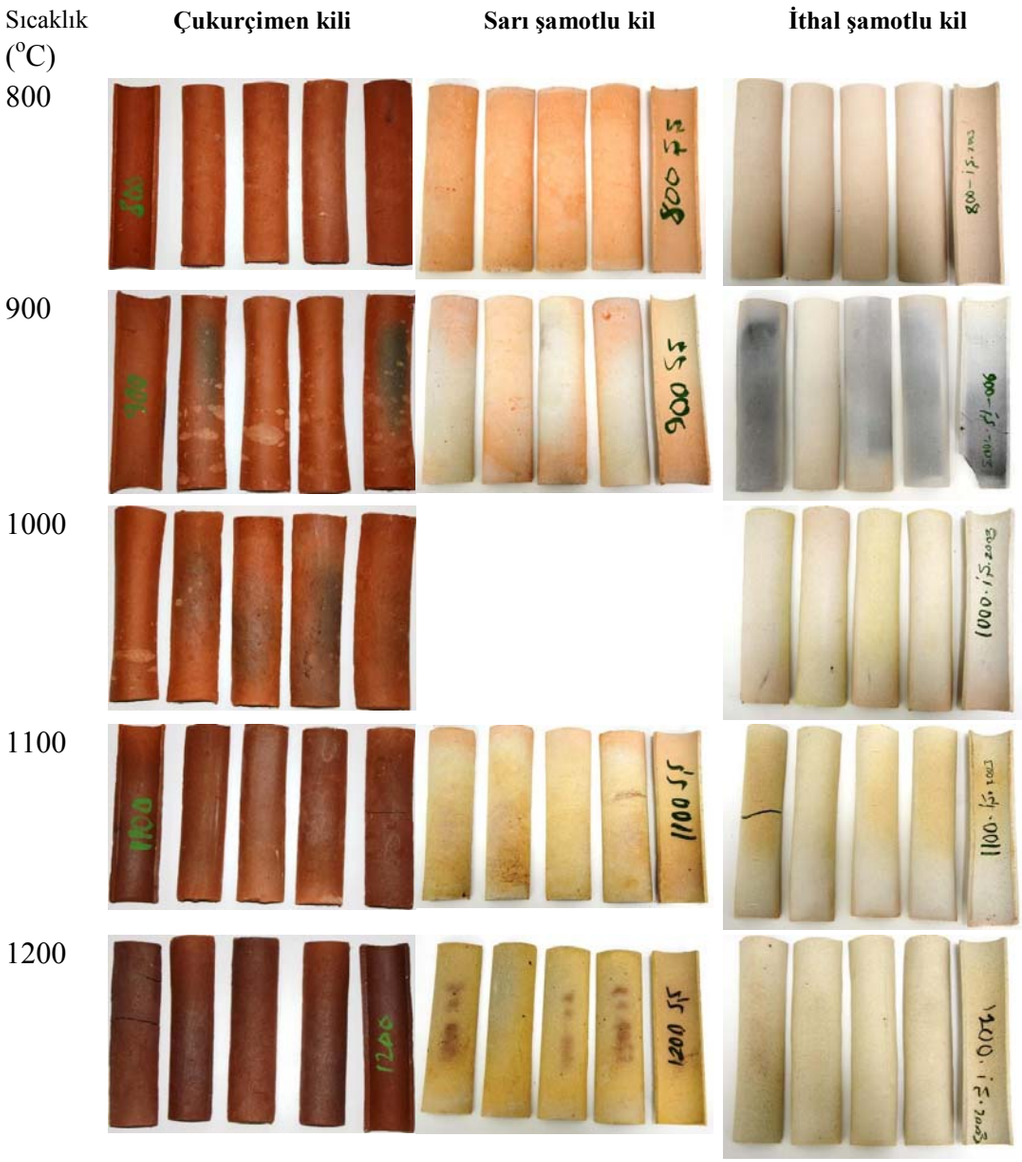


Görsel 9. Çukurçimen kili ve diğer raku pişirim çamurlarının termal şok sonrası açık gözeneklilik- sıcaklık grafiği



Görsel 10. Çukur çimen kili ve diğer raku pişirim çamurlarının termal şok sonrası bulk yoğunluk- sıcaklık grafiği

Çukurçimen kili ve diğer çamurlardan yapılan plakaların 800°C den 1200°C'ye artan sıcaklıklarda (100°C aralıklarla) fırından çıkarılarak suya atılmaları nedeniyle hiçbir parçada kırılma olmamıştır . Sadece suya bırakıldığında metal kovanın kenarına çarptığı için bir örneğimiz kırılmıştır (Görsel 11).



Görsel 11. Farklı sıcaklıklarda termal şok uygulanan Çukurçimen kili ve diğer çamurlar

250 mikronluk elekten süzülen Çukurçimen kilinden yapılan plakalara 1000oC ön pişirimi yapılmış ve sonra sırlanarak artan sıcaklıklarda raku pişirimi yapılmış halleri Görsel 12 ve Görsel 13'de görülmektedir. Görüldüğü gibi raku pişirimi sonucu sırda bir atma ve yine bünyede bir kırılma olmamıştır.

a b

Görsel 12. Çukurçimen çömlekçi kili ile raku pişirimi uygulaması :a) 900^{o}C pişirim; b) 1000^{o}C' de pişirim

a b

Görsel 13. Çukurçimen çömlekçi kili ile raku pişirimi uygulaması :a) 1100^{o}C pişirim; b) 1200^{o}C' de pişirim

Tüm bu yapılan çalışmalardan Çukurçimen çömlekçi kilinin bu haliyle kontrollü kurutulma şartıyla raku pişirimlerinde bünye olarak değerlendirilebileceği görülmüştür. Raku pişirimi normalde düşük derecelerde uygulanan bir pişirim olmasına rağmen bu çalışmada 1200^{o}C'lerdeki uygunluğu da araştırılmıştır. Bunun nedeni raku pişirimi sırasında büyük çoğunlukla fırının üst kısmından sırların olgunlaşması kontrol edilir ve parçalar fırından çıkarılmaya başlanmaktadır. Fırının alt kısmında ise brulorün yakınında olup ta alevin sürekli yaladığı parçalar daha yüksek ısıya maruz kalmaktadır. Bu çalışmada alt kısma koyulan parçaların maruz kalacağı sıcaklık düşünülerek yüksek sıcaklık denemeleri de yapılmış ve neticeler olumlu sonuç vermiştir.

KAYNAKLAR

[1] Kapçı, M., Çukurçimen Testisinin Hikayesi, Çukurçimen Köyü Rehberi, yıl 2, sayı 2, 2010, Konya, s.20-22

[2] Yalçın Yastı, Ş. Çukuçimen ve Doğanhisar Çömlekçi Killerinin Karakterizasyonu ve Renklendirici Malzeme Olarak Değerlendirilmesi, Anadolu Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, 2014.,

[3] Çakı, M., Yalçın Yastı, Ş., Konya Çukurçimen Çömlekçiliği, Seres 2005, Uluslar arası Katılımlı Seramik Cam Emaye Sır ve Boya Semineri,286-294

[4] Başkırkan, H., *Raku Pişirimi*, Seramik Pişirim Teknikleri ve Fırınları (Editör: Aslan, E,E.ve Canduran, K.,), Opus Basımevi, Ankara, 2016, 32-37.

[5] Özalp, N., Bakır Kırmızısı Sırlar, Dokuz Eylül Üniversitesi Sanatta Yeterlilik Tezi, İzmir, 2011

USE OF RUG MOTIFS USED IN RUG WEAVING IN ANATOLIA ON CERAMIC SURFACES

Assoc. Prof. Dr. Nurettin GÜLAÇTI[1], Postgraduate Münevver BAĞIR[2]

[1]Dumlupınar University, Faculty of Fine Arts, Department of Ceramic and Glass
Kütahya / TURKEY

[2]Dumlupınar University, Institute of Social Sciences, Department of Combined Arts

Kütahya / TURKEY

ABSTRACT

"Rug and Rug crafts" emerged basically with the desire to eliminate the main needs of man in different cultures, in different regions of the world. Motifs used in rugs express emotions, thoughts and experiences. In the art of rugs, the connection of social structure with the past is of great importance. The motifs used vary according to the locality and are known by different names. Transferring the local motifs used in rugs and rugs receding from daily use to future generations become increasingly important. Nowadays, although the production techniques of rugs change and develop, they are used as an aesthetic element and still attract interest. This interest is still used as a part of the aesthetic element and everyday life in many workplaces and in many households although it cannot sustain the meaning and intrinsic importance of motifs.

Motifs used in rugs are now used in many areas, one of which is the ceramic art. Like other art branches, "Ceramic" art also emerged in line with the needs of human beings. In addition to the application techniques such as relief and scraping on the two or three dimensional ceramic products used today, rug motifs have been and are still used in hand decor, serigraphy and transfer technique.

In this research, the contribution of the traditional rug motifs to the interdisciplinary visual aesthetics as a decorative element was searched and the results and application examples were aimed to be shared. In the study, qualitative methods of observation and general screening models and literature review were used.

Key Words: Rug, Ceramic, Motif, Decorative Ceramics, Wallboard

INTRODUCTION

Rug is simply defined as all weft-faced weaving used as a floor spread with its fluffy, plain surface (Soysaldı, 2009: p.379).

The invention of weaving has met many needs of mankind starting from dressing. Among them, space rugs have a significant role to protect the floors of living spaces from cold.

The rug weaving art has been made from the earliest times of man to the present day to meet the main needs of the human being. Due to the combination of multi-coloured and different motifs, patterns vary according to the regions.

The finds on the Anatolian land give us information about the history of the rug. In Gordion, fragments of Phrygian (7th century BC) fabrics woven in a similar technique as today's plain woollen goat, linen, sumac, and twine woven rugs were recovered. Again in Gordion (690 BC), the remains of the woven pieces were found on the floor of a room in Megaron 3 (Eroğlu, 2006 p. 28).

Beyond meeting a need, the motives on these weaving products transcending wide geographical areas and carrying aesthetic worries are closely related to the environmental conditions of the habitat.

Rug types can be listed as follows: rugged rugs, rugs with curved pattern borders, curved athletic rugs, rugs with additional weft yarns put into the normal weft yarns, rugs made with double clamping, rugs made with the same weft yarns returning over the same warp thread, curved athletic contour rugs (Akpınarlı, 2003, p.17-18).

During the periods when ideas were systemized through symbols, rug weaving carried a different meaning than it does today. The rug weaving action, which was a need in the beginning, soon turned into an art. Although the material may vary, different cultures share the same features of the art of rug weaving with the same technique. Today rug motifs are used in contemporary rug weaving art, plastic arts, painting art and architecture. Motifs of rug weaving arts also have an important place in ceramic art.

The motifs used in the rugs were also used as ornaments in the art of ceramics, and the application was generally worked on three-dimensional and wall panels in underglaze, scraping and embossing technique. Since it is thought that studies on the use of motifs used in rug art by adding dimension are not enough, it is aimed to give a different perspective to ceramic art and industrial ceramics with a new interpretation.

1.RUG WEAVING IN ANATOLIA AND ITS HISTORY

Rug weaving started with the Turks in the previous centuries, and it is thought that Iranian people learnt this craft from Turks although some authorities claim that it is not certain by which nation rugs were made for the first time. However, the development of this new weaving art in a Turkish territory for the first time 2000 years BC supports the idea that this technique was found in the Turkish land. No matter how far back rug history is taken, rug is found in any country and continent inhabited by Turks. Since 2400 years ago BC, the art of rugs and carpets has spread in Egypt, Anatolia, Aegean and Black Sea coasts, Iran, Caucasus, Central Asia, China, Turkestan, India and Balkans in different periods of history. All these regions are where the Turks have lived, invaded and dominated. In the regions where Turks did not go, rug was hardly ever seen (Avcıoğlu Kelebek, Vuruşkan et al. 2014, p.53).

If the historical development of the art of rug is to be examined briefly, motifs show discrepancies depending on geographical, social, economic conditions and the resources it feeds. The motifs Turks had made in Asia before coming to Anatolia that evolved from the interaction with the neighbouring cultures are an extension of Anatolian Turkish rug art.

2. MOTIFS IN ANATOLIAN TURKISH RUGS

In Anatolia, which is located in a region where the most important steps of cultural development have taken place in the history of humanity, plain weaving was used even before the arrival of Turks. With the arrival of Turks in Anatolia, the rug art reached new dimensions.

The ornaments seen on the rugs vary according to the area and even to the person who did the weaving. Motifs were usually described by the naming of the weaver herself. These patterns, which are generally known by different names, were shaped by the inspiration from the surrounding objects, plants, traditions and customs of the community lived in, or stories told among the people. The names given to the designs are the name of an article or a plant and sometimes an event experienced in real life (Ürer, 1999, p. 648-657).

The motifs seen in Turkish rugs in Anatolia are divided into 3 groups; those symbolizing life, birth and reproduction, and motives related to immortality and ancestry.

Motifs symbolizing life: waterway, pıtrak, hand, finger and comb, amulet and lucky charm, eye, cross, hook.

Image 1. Pıtrak Rug Motif

Image 2. Amulet Rug Motif

Image 3. Hook Rug Motif

Pıtrak Rug Motif: Pıtrak is a plant that grows in croplands and sticks to animals and people with its thorns. Believing that the designs on pıtrak keep the evil eye away, Anatolian people used them as amulet motif **(Erberk 2002: p.108).**

Amulet Rug Motif: It is believed that some people have a power in their look which may cause malignity, harm, misfortune and even death. Amulets are the objects that lessen the effect of these malign looks. Those who wear these amulets believe that they protect themselves from these evil eyes in this way. Amulets can also be defined as written spells believed to have a religious power to protect the owner from dangerous external factors. Amulets are symbolized in Anatolian rugs with equilateral triangle, a geometric form. **(Sevim, Canay 2011 p.62)**

Hook Rug Motif: Used for hanging, attaching or hitching something and known to be crooked and spiked iron, hook is generally used as 'S'-shaped motif in handicraft. Expressing the contrasts, hook motif describes harmony and collocation among people. **(Kayabaşı, Yanar 2013: p.65)**

Motifs related to birth and reproduction: akimbo, cleat, fertility, human, hair ties, earrings, hobble, chest, stars, love and combination.

Image 4. Akimbo Rug Motifs

Akimbo Rug Motif: In Anatolian belief, life and death cannot be separated from one another. Being born means leaving the mother's womb while dying means returning to the earth. Th "mother" concept expresses the resource from which the first souls emerged and developed.

Image 5. Cleat Rug Motifs

Cleat Rug Motif expresses masculine power, reproductivity, heroism and the importance of patriarchal family in Anatolia.

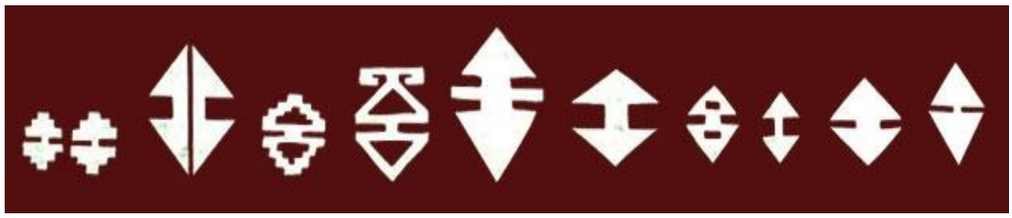


Image 6. Hobble Rug Motifs

Hobble Rug Motif**:** It symbolyzes loyalty and unity.

Image 7. Chest Rug Motifs

Chest Rug Motif**:** This motif symbolizes the dowry chest of a young lady dreaming of marriage and having children.

Motifs of immortality and ancestry: Tree of life, symbol motif.

Image 8. Tree of Life Rug Motif

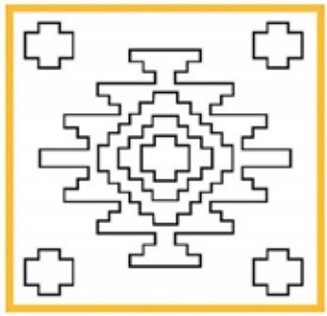


Image 9. Symbol Rug Motif

Tree of Life Rug Motif**:** This motif symbolizes immortality and hope for afterlife as well as happiness and beauty of our current life.

Symbol Rug Motif**:** Symbols and stamps have long been used to indicate a community.

3. USE OF RUG MOTIFS ON CERAMIC SURFACES FROM PAST TO PRESENT

The motive on rugs called akimbo shows similarities with female sculptures in numerous fields of arts from ancient past to present. First humans sanctified woman's fertility when they saw women giving birth and didn't understand the biological role of man. In each and every temple, little goddess sculptures symbolizing woman have been found. Mother goddess sculptures dated 6000 BC found in Çatalhöyük show the importance of woman even in those times. Feminine supremacy ongoing from Çatalhöyük to present appears in rug and carpet weaving as well as in ceramics (Sevim, Canay 2011 p.27).

The use of symbols used in rug motifs on ceramic surfaces still continues. In their ceramic works of arts, Jale Yılmabaşaran, Sevgi Çekiç and Ünal Cimit came up with studies showing similarities to akimbo motif.

It is seen that the meaning and message of the motif aren't disturbed while using it on ceramic surfaces. Within the current art concept, the rug motifs used on ceramic surfaces gives different visual effects.

4. RUG MOTIFS USED ON CERAMIC SURFACES AND SAMPLES

Design is the development of new products or the improvement of existing products, that is, a pathway from idea to product (Busse, R. "Design, s.205-208). It is the transfer of the designer's emotions, thoughts, and imagination through phenomena such as lines, forms, and colours. In ceramic designs, as well as knowing the visual methods and design principles, the material must be well known.

Image 10. Use of Akimbo Motif on Planar Ceramics

In the scope of this study, visual samples of artistic rug motifs in two or three dimensional forms used in ceramics art and on wall panels made in the context of surface design are shown.

Image 11. Use of Rug Motifs on Industrial Ceramics

Rug motifs selected to be applied are combined with new designs, resulting in new interpretations. In the application of designs, mud selection is made according to the location of the place. In the stage of decorating, under glaze or over glaze paint can be used in the frame of design and different firing techniques can be applied.

Image 12. Use of Akimbo Motif on Planar Ceramics

Image 13. Use of hobble rug motif on 3D ceramics by Ayla Canay

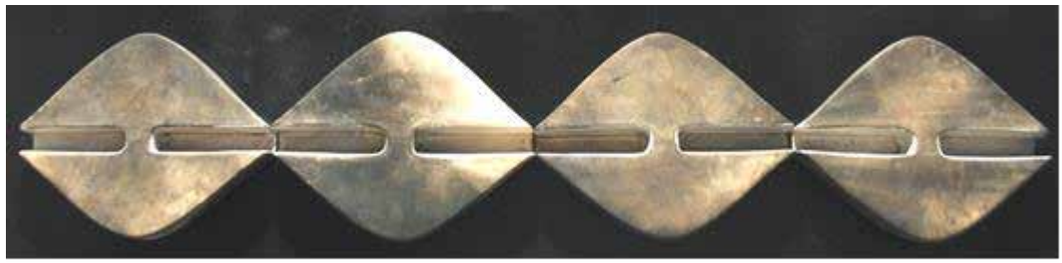


Image 14. Use of combination rug motif on wall board by Ayla Canay

Image 15. Use of rug motifs on china plate

Image 16. Use of akimbo rug motif on earthenware

CONCLUSION

Symbolic motifs on the motifs used in rug weaving in Anatolia reflect the feelings, thoughts and experiences of the human being. In this study, it is seen that rug motifs which are used with a new synthesis by reinterpreting within contemporary art understanding are applied differently on ceramics surfaces like decorative, scraping, embossing and transfer technique. As a craft, it is seen that the motif often used in the decorative feature on rugs is also applied on different surfaces without disturbing the main structure of the meaning and the message it is intended to give. It is also seen that the rug motifs have visually different effects when assessed within the current art understanding.

As a result, it is important to convey the messages that have been given by rug craft and motifs that are rapidly out of use in everyday life to future generations. It is suggested that reinterpreting and applying the motifs or designs used in the rug craft through ceramics arts with applications such as wall panels in public areas will attract attention. It is also important to apply motifs on different functional ceramics such as tea glasses, coffee cups and dinnerware which are used in everyday life. It is assumed that rug craft will be sustained and sympathized with the use of different alternative bodies or surfaces in promoting Turkish Handicrafts abroad.

REFERENCES :

EROĞLU Nuray (2006), ''Kırşehir Kilimleri'', T.C. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Sanat Tarihi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Van.

ÜRER Harun; Emirdağ Afyon Yöresi Düz Dokuma Yaygı Geleneği Ve Bindallı Motifli Kilimler, T.C. Atatürk Kültür, Dil Ve Tarih Yüksek kurumu Atatürk Kültür Merkezi Yayınları, Ankara 1999.

AVCIOĞLU KELEBEK Nazan, **VURUŞKAN** Deniz, **ÇORUH** Ebru, "Türk Halıcığının Tarihçesi" Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi 2014,

AKPINARLI Feriha, (2003). Şanlıurfa Karakeçili Kilimleri, Yüksek Kurumu Atatürk Kültür Merkezi Başkanlığı Yayını 295, Ankara.

SEVİM Kadir, **CANAY** Ayla, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Seramik Anasanat Dalı Yüksek Lisans Tezi " Anadolu'da Üretilen Kilim Motifleri ve Bu Motiflerden Çıkışlı Seramik Çalışmalar" (2011)

ANADOLUDA'Kİ KİLİM DOKUMACILIĞINDA KULLANILAN MOTİFLERİN SERAMİK YÜZEYLERİNDE KULLANILMASI

Doç.Dr. Nurettin GÜLAÇTI[1], Yük. Lis. Öğr. Münevver BAĞIR[2]

[1]Dumlupınar Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik ve Cam Bölümü
Kütahya / TÜRKİYE

[2]Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bileşik Sanatlar Ana Sanat Dalı

Kütahya / TÜRKİYE

ÖZET

Yeryüzünde farklı bölgelerde, farklı kültürlerde "Kilim ve Kilim zanaatı" temelde insanın ana ihtiyaçlarını giderme isteği ile ortaya çıkmıştır. Kilimlerde kullanılan motifler, duygu, düşünce ve yaşantıları anlatır. Kilim sanatında toplumsal yapının geçmişle bağlantısını sağlamada büyük önem taşımaktadır. Kullanılan motifler, yörelere göre farklılık göstermekte ve faklı adlarla bilinmektedir. Gittikçe günlük kullanımdan uzaklaşan kilimlerin ve yörelerde yapılan kilimlerde kullanılan motiflerin gelecek kuşaklara aktarılmasının önemi ortaya çıkmaktadır. Günümüzde kilimlerin üretim teknikleri değişip gelişse de estetik bir unsur olarak kullanılmakta ve ilgi görmektedir. Bu ilgi kilimlerin, motiflerdeki kullanım anlamlarını ve içsel olarak önemini koruyamasa da hala kimi iş yerlerinde, birçok evde estetik unsur ve günlük yaşamın bir parçası olarak da kullanılmaktadır.

Kilimlerde kullanılan motifler günümüzde pek çok alanda kullanılmaktadır. Kullanılan alanlardan birisi de seramik sanatıdır. Diğer sanat dalları gibi "Seramik" sanatı da insanoğlunun ihtiyaçları doğrultusunda ortaya çıkmıştır. Günümüzde kullanılan iki ya da üç boyutlu seramik ürünler üzerinde rölyef ve kazıma gibi uygulama teknikleri yanında el dekoru, serigrafi ve transfer tekniğinde kilim motifleri kullanılmış ve kullanılmaktadır.

Bu araştırmada geleneksel kilim motiflerinin dekoratif unsur olarak disiplinler arası görsel estetiğe katkısı araştırılmış, sonuçları ile uygulama örneklerinin paylaşılması amaçlanmıştır. Araştırmada nitel yöntemlerden gözlem ve genel tarama modelleri ile literatür taramasından yararlanılmıştır.

Anahtar kelimeler: Kilim, Seramik, Motif, Dekoratif Seramikler, Duvar Panosu

GİRİŞ

Kilim; "havsı, düz yüzeyli, yer yaygısı olarak kullanılan bütün atkı yüzlü dokumalara verilen isim olarak basit bir şekilde de tanımlanır" (Soysaldı, 2009: s.379).

Dokumanın icadı, insanoğlunun giyinmekten başlayan birçok ihtiyacını karşılamıştır. Bunların arasında, yaşamın geçtiği mekânların zeminlerini soğuktan korunması amaçlı yer kilimlerinin önemli bir rolü vardır.
Kilim dokuma sanatı insanın en eski çağlardan bugüne kadar insanoğlunun ana ihtiyaçlarını gidermek amacıyla yapılmıştır. Çok renkli ve farklı motiflerin bir araya gelmesinden dolayı, bölgelere göre değişen desen çeşitliliklerine rastlanmaktadır.

Anadolu topraklarındaki buluntular bize kilimin tarihçesiyle ilgili bilgiler vermektedir. Gordion'da Frigyalılara ait (M.Ö. 7.yy.) ve şimdiki düz dokuma yaygılara benzer teknikte dokunmuş yün, keçi kılı, keten, sumak ve cicim kilime benzer dokuma parçaları ele geçmiştir. Yine Gordion'da (M.Ö. 690) Megaron 3'te bir odanın zemini üzerinde dokuma parçaları kalıntıları bulunmuştur (Eroğlu, 2006 s. 28).

Bir ihtiyacı karşılamanın ötesinde, giderek estetik kaygılar da taşıyan geniş coğrafi alanları aşıp gelen bu dokuma ürünleri üzerindeki motifler ve yaşanan bölgenin sunduğu çevre koşulları ile yakından ilgilidir.

Kilim türlerini şöyle sıralamak mümkündür: İlikli kilim, desen sınırları eğik olan kilim, eğri atkılı kilim, normal atkı ipliklerinin arasına ek atkı iplikleri sıkıştırılan kilim, çift kenetleme ile yapılan kilim, atkı ipliklerinin aynı çözgü ipliği üzerinden geri dönmesi ile yapılan kilim, sarma konturlu kilim, eğri atkılı kontur kilimdir (Akpınarlı, 2003, s.17-18).

Düşüncelerin simgeler yoluyla sistemleştiği dönemlerde kilim dokuma, bugün olduğundan farklı bir anlam taşımıştır. Başlangıçta gereksinim olan kilim dokuma eylemi, kısa sürede sanata dönüşmüştür. Kilim dokuma sanatı farklı kültürlerin paylaştığı aynı özelliklerin malzeme farklı olsa da teknik aynıdır. Bu gün çağdaş kilim dokuma sanatı; plastik sanatlar, resim sanatı ve mimaride de kilim motifleri kullanılmaktadır. Kilim dokuma sanatı motiflerinin seramik sanatında da önemli bir yeri vardır.

Kilimlerde kullanılan motifler, seramik sanatında da süsleme öğesi olarak kullanılmış, uygulama genellikle üç boyutlu ve duvar panoları üzerine sıraltı, kazıma, kabartma tekniğinde çalışılmıştır. Kilim sanatında kullanılan motiflerin boyut kazandırılarak kullanımına yönelik çalışmaların yeterli olmadığı düşünüldüğünden, yeni bir yorumlama ile seramik sanatına ve endüstriyel seramiklere farklı bir bakış açısı kazandırılması hedeflenmiştir.

1.ANADOLU'DA KİLİM DOKUMACILIĞI VE TARİHÇESİ

Kilim yapımı milattan önceki yüzyıllarda Türkler tarafından başlanıp ve bu sanatı İran'lıların da Türkler' den öğrendiği fikri kabul edilmekle beraber, bazı otoriter kilimin ilk defa hangi ulus tarafından yapıldığının belli olmadığı fikrini ileri sürmüşlerdir. Ancak, milattan 2000 yıl evvel bu yeni dokumacılık sanatının ilk defa bir Türk bölgesinde gelişmesi, ilgililere bu tekniği Türklerin bulunduğu fikrini vermektedir. Kilimin tarihi ne kadar gerilere götürülürse götürülsün, kilime Türk soylarının istila ettiği memleket ve kıtalarda rastlanmaktadır. Milattan 2400 yıl evvelinden itibaren tarihin değişik devirlerinde Mısır, Anadolu, Ege ve Karadeniz sahillerinde, İran, Kafkasya, Türklerin anavatanı Orta Asya, Çin, Türkistan, Hindistan ve Balkanlar'da kilimcilik ve halıcılık sanatı yayılmıştır. Bütün bu bölgeler Türklerin yaşadığı, İstila ettiği ve egemen olduğu yerlerdir. Türklerin uğramadığı bölgelerde ise kilime hemen hemen hiç rastlanmamıştır (Avcıoğlu Kelebek, Vuruşkan vd. 2014, s.53).

Kilim sanatının tarihsel gelişimi kısaca incelenecek olursa işlemeler; coğrafi, sosyal, ekonomik şartlar ve beslediği kaynaklara bağlı olarak değişiklikler göstermektedir. Anadolu'ya gelmeden önce Asya'da yaşadıkları yörelerde yaptıkları ve çevrelerinde bulunan kültürlerle gelişen işlemeler Anadolu Türk kilim sanatının bir uzantısıdır.

2. ANADOLU TÜRK KİLİMLERİNDE GÖRÜLEN MOTİFLER

İnsanlık tarihinde, kültür gelişmesindeki en önemli adımların atıldığı bir bölgede yer alan Anadolu'da, Türklerin Anadolu'ya gelişinden öncede düz dokumalar kullanılmıştır. Türklerin Anadolu ya gelişiyle kilim sanatı yeni boyutlara ulaşmıştır.

Kilimlerde görülen süslemeler bölgelere ve hatta dokuyan kişiye göre farklılıklar gösterir. Motifler genellikle, dokuyucunun kendisinin bir anlam yükleyerek isimlendirmesiyle tanımlanmıştır. Genellikle farklı isimlerde bilinen bu desenler, dokuyucu tarafından çevresindeki eşyalardan, bitkilerden, yaşadığı topluluğun gelenek ve göreneklerinden veya halk arasında anlatılan hikâyelerden esinlenerek şekillendirilmiştir. Desenlere verilen isimler gerçek yaşamdan örnek alınarak meydana getirildiği eşyanın veya bitkinin bazen de bir olayın adıdır" (Ürer, 1999, s. 648-657).

Anadolu'da Türk Kilimlerinde görülen motifler 3 guruba ayrılır. Hayatı simgeleyen, Doğum ve çoğalma, ölümsüzlük ve soy ile ilgili motiflerdir.

Hayatı Simgeleyen Motifler: Suyolu, pıtrak, el, parmak ve tarak, muska ve nazarlık, göz, haç, çengel.

Görsel 1. Pıtrak Kilim Motifi

Görsel 2. Muska Kilim Motifi

Görsel 3. Çengel Kilim Motifi

Pıtrak Kilim Motifi: Tarlalarda bulunan dikenleriyle hayvanlara ve insanlara yapışan bir bitkidir. Pıtrağın üzerindeki desenlerin kötü gözü uzaklaştırdığına inanan Anadolu insanı onu nazarlık motifi olarak kullanmıştır **(Erberk 2002: s.108).**

Muska Kilim Motifi: Bazı insanların bakışlarında bir güç olduğuna, bu bakışların kötülüğe, zarara, şansızlığa ve hatta ölüme bile sebep olduğuna inanılır. Muska ve Nazarlıklar işte bu kem bakışların etkisini azaltan çeşitli nesnelerdir. Böylece muska ve nazarlık taşıyanlar kendilerini bu kem gözler ve kötülüklerden koruduklarına inanırlar. Muska aynı zamanda sahibini tehlikeli dış faktörlerden korumak için, sihirli ve dini bir güce sahip olduğuna inanılan yazılı bir tılsım olarak tanımlanabilir. Muska Anadolu kilimlerinde geometrik bir form olan eşkenar üçgenle sembolize edilmiştir.**(Sevim, Canay 2011 s.62)**

Çengel Kilim Motifi: Bir yere takılmaya, geçirilmeye yarayan eğri ve ucu sivri demir olarak bilinen çengel genellikle 'S' harfi şekli motif olarak el sanatlarında kullanılmaktadır. Çengel motifi zıtlıkları ifade ederek insanlar arası uyumu ve birlikteliği de anlatmaktadır.**(Kayabaşı, Yanar 2013: s.65)**

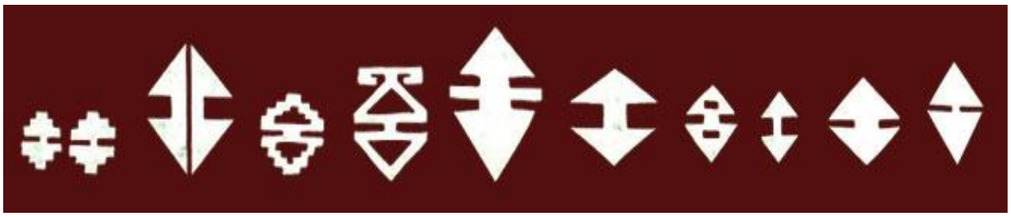
Doğum ve çoğalma ile ilgili motifler: Eli belinde, koçboynuzu, bereket, insan, saç bağı, küpe, bukağı, sandıklı, yıldız, aşk ve birleşim.

Görsel 4. Eli Belinde Kilim Motifleri

Eli Belinde Motifi: Anadolu inançlarında yaşam ve ölüm bir birinden ayrılamayan bir kavramdır. Doğmak ana rahminden ayrılmak, ölmek ise toprağa dönmek demektir. Ana kavramı hayatın ilk nüvelerinin oluştuğu ve geliştiği kaynağı ifade etmektedir.

Görsel 5. Koç Boynuzu Kilim Motifleri

Koç Boynuzu Motifi, erkeklerin üretkenliğini, verimliliğini, kahramanlığını, gücünü ve ataerkil ailelerin Anadolu'da ki önemini sembolize eder..



Görsel 6. Bukağı kilim motifleri

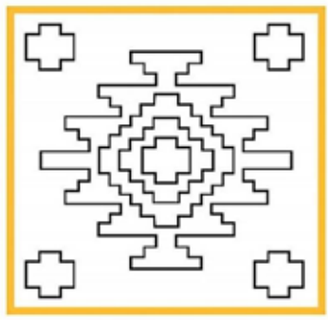
Bukağı Kilim Motifi: Bağlılığı ve sonsuza kadar birlikteliği simgelemektedir.

Görsel 7. Sandıklı kilim motifi

Sandıklı Kilim Motifi: Bu motif evlenme ve çocuk sahibi olma arzusunda olan genç kızın çeyiz sandığını sembolize eder.

Ölümsüzlük ve soy ile ilgili motifler: Hayat ağacı, im motifi.

Görsel 8. Hayat Ağacı Kilim Motifi



Görsel 9. İm Kilim Motifi

Hayat Ağacı Kilim Motifi: Motif ölümsüzlüğü ve ölümden sonraki hayata duyulan umudu simgeler. Aynı zamanda yaşadığımız hayatın güzelliğini ve mutluluğunu sembolize eder.

İm Kilim Motifi: İm ve damgalar tarih boyunca bir topluluğu belirtmek için kullanılır.

3. GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE KİLİM MOTİFLERİNİN SERAMİK YÜZEYLERDE KULANIMI

Kilimlerde eli belinde motifi olarak adlandırılan motif, antik çağdan günümüze kadar pek çok sanat alanında yapılan kadın heykelcikleriyle benzer özellikler göstermektedir. İlk insanlar için, kadının insan yavruladığını görüp erkeğin biyolojik rolünü anlamadıkları için kadının doğurganlığı onu kutsallaştırmıştır. Bütün tapınaklarda kadını simgeleyen küçük tanrıça heykelcikleri bulunmuştur. Çatalhöyük'te M.Ö 6000'li yıllarda bulunan ana tanrıça heykelcikleri bize kadının o dönemlerde bile önemini göstermektedir. Çatalhöyük'ten günümüze kadar süregelen ana üstünlüğü seramiklerde görüldüğü gibi kilim ve halı dokumalarında da karşımıza çıkmıştır (Sevim, Canay 2011 s.27).

Günümüzde kilim motiflerinde kullanılan semboller seramik yüzeylerde kullanımı devam etmektedir. Seramik sanat eserlerinde; Jale Yılmabaşaran, Sevgi Çekiç,Ünal Cimit eli belinde motifiyle benzer özellikler gösteren çalışmalar yapmışlardır.

Kullanılan motifin anlamını ve vermek istediği mesajın ana yapısını bozmadan günümüzde seramik yüzeylerde uygulandığı görülür. Bugünkü sanat anlayışı içinde değerlendirdiğimizde kullanılan kilim motiflerin görsel olarak farklı etkiler oluşturur.

4. SERAMİK YÜZEYLERDE KULLANILAN KİLİM MOTİFLERİ VE UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Tasarım; Yeni ürünlerin geliştirilmesi veya var olan ürünlerin iyileştirilmesidir, yani fikirden ürüne kadar giden bir yoldur" (Busse, R."Design s.205-208). Tasarımcının duygu, düşünce ve hayal gücünün, çizgiler, biçimler ve renkler gibi olgular ile aktarımıdır. Seramik tasarımlarında; görsel yöntem ve tasarım ilkelerinin bilinmesinin yanı sıra malzemenin de iyi tanınması gerekmektedir.

Görsel 10. Eli Belinde Motifinin Yüzeysel Seramiklerde Kullanımı

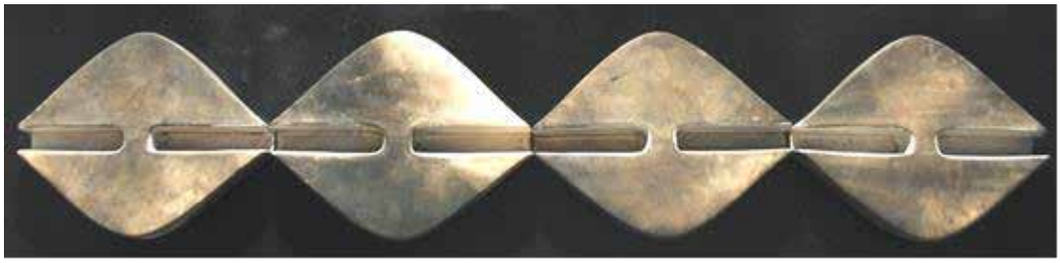
Çalışma kapsamında yapılan sanatsal kilim motiflerinin uygulamalarda kullanılmak üzere seramik sanatında kullanılmış olan iki ya da üç boyutlu formlar ve yüzeysel tasarım kapsamında yapılan duvar panoları üzerinde görsel örnekleri gösterilmiştir.

Görsel 11. Kilim Motiflerinin Endüstriyel Seramiklerde Kullanımı

Uygulanmak üzere seçilen kilim motifleri, yeni tasarımlar ile birleştirilerek yeni yorumların ortaya çıkmasına neden olur. Tasarımların uygulanmasında mekanın konumuna göre çamur seçimi yapılır. Dekorlama aşamasında da tasarım çerçevesinde sır altı ya da sır üstü boyaları kullanılabilir ve farklı pişirim teknikleri uygulanabilir.

Görsel 12. Eli Belinde Motifinin Yüzeysel Seramiklerde Kullanımı

Görsel 13. Ayla Canay'a ait kilim motifinde kullanılan bukağı motifinin üç boyutlu seramiklerde kullanımı



Görsel 14. Ayla Canay'a ait kilim motifinde kullanılan bağlılık motifinin duvar panosunda kullanımı

Görsel 15. Kilim motiflerinin çini tabakta kullanımı

Görsel 16. Elibelinde motifinin çanakta kullanımı

SONUÇ

Anadoluda'ki kilim dokumacılığında kullanılan motiflerin üzerinde görülen sembolik motifler insanın duygu, düşünce ve yaşantılarını yansıtmaktadır. Bu çalışmada günümüz sanat anlayışı içinde yeniden yorumlanarak yeni bir sentez ile kullanılan kilim motiflerinin seramik yüzeylerde dekoratif olarak kazıma, kabartma ve transfer tekniği gibi farklı uygulandığı görülmektedir. Kilim zanaat olarak, çoğu zaman dekoratif özellik içinde kullanılan motifin anlamını ve vermek istediği mesajın ana yapısını bozmadan farklı yüzeylerde uygulandığı görülmüştür. Bugünkü sanat anlayışı içinde değerlendirdiğimizde kullanılan kilim motiflerin görsel olarak farklı etkiler oluşturduğu görülmektedir.

Sonuç olarak hızla günlük yaşamda kullanımı azalan kilim zanaatının ve motiflerle vermiş olduğu mesajların gelecek nesillere aktarılması önemlidir. Kilim zanaatında kullanılan motif veya desenlerin yeniden yorumlanarak seramik sanatı aracılığı ile uygulanması halka açık alanlarda duvar panosu gibi uygulamalar ile sunulması dikkat çekeceği düşünülmektedir. Ayrıca yine günlük yaşamda kullanılan çay, kahve fincanları ve yemek takımları gibi farklı işlevsellikteki seramikler üzerinde uygulanması önemlidir. Türk El Sanatlarının yurt dışında da tanıtılmasında farklı alternatif bünye veya yüzeylerin değerlendirilmesi ile kilim zanaatının yaşatılacağı ve sempati duyulacağı varsayılmaktadır.

KAYNAKÇA :

EROĞLU Nuray (2006), ‘’Kırşehir Kilimleri’’, T.C. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Sanat Tarihi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Van.

ÜRER Harun; Emirdağ Afyon Yöresi Düz Dokuma Yaygı Geleneği Ve Bindallı Motifli Kilimler, T.C. Atatürk Kültür, Dil Ve Tarih Yüksek kurumu Atatürk Kültür Merkezi Yayınları, Ankara 1999.

AVCIOĞLU KELEBEK Nazan, **VURUŞKAN** Deniz, **ÇORUH** Ebru, “Türk Halıcığının Tarihçesi” Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi 2014,

AKPINARLI Feriha, (2003). Şanlıurfa Karakeçili Kilimleri, Yüksek Kurumu Atatürk Kültür Merkezi Başkanlığı Yayını 295, Ankara.

SEVİM Kadir, **CANAY** Ayla, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Seramik Anasanat Dalı Yüksek Lisans Tezi “ Anadolu’da Üretilen Kilim Motifleri ve Bu Motiflerden Çıkışlı Seramik Çalışmalar” (2011)

Nuran KAYABAŞI, Ayşem YANAR,Türk Kültürü ve Hacı Bektaş Veli Araştırma Dergisi/ 2013

Erbek, M. Çatalhöyük’ten Günümüze Anadolu Motifleri, Ankara: T. C. Kültür Bakanlığı Yayınları. (2002).

THE APPLICATION OF DIFFERENT SLIPS ON COLORFUL STRUCTURES IN NAKED RAKU FIRING TECHNIQUE

Soner GENÇ[1], Kübra Nur HASÇELİKOĞLU[2], Emre KOÇ[3]

[1,2,3] Anadolu University, Faculty of Fine Arts, Ceramics Department, Eskişehir

ABSTRACT

Raku technique dates back to 16th century and it has been passed down by raku family. Looking for differences in baking Raku Jerry Caplan, 1980 created Naked Raku. A new surface is created on ceramics structure, whose biscuit firing has been performed before, by applying a Slip in Naked Raku technique. This surface creates exotic and interesting effects as a result of smoke getting into the cracks on the form which are created in reduction environment after firing. Since this surface on the structure after reduction is easily peeled like an egg shell, it is called “Naked Raku”. Within the scope of this research, Slips with different receipts were prepared. These Slips were applied on biscuit surfaces with different thicknesses and fired at different temperatures. In naked raku technique applied on ceramics surfaces with colorful Slips, positive results with rich visual effects were obtained. Results of this research contributing to the firing technique of ‘naked raku’ which increases artistic value of ceramics is going to be useful for ceramists.

Keywords : Raku, Naked Raku, Colorful Naked Raku

1. NAKED RAKU FIRING TECHNIQUE

The raku-flour technique that emerged in the 1560's has random and striking effects on the ceramic surface. Hideyoshi named warrior lord named Chojiro's son Jokei who found this firing technique named 'Raku' meaning happiness and simplicity. Since then, this family has been recognized as a family of Raku and has given his name to this cooking technique. The traditional raku technique has been transferred from day to night and has come up to daylight.

In Naked Raku technique, a new surface is created on ceramics body, whose biscuit firing has been performed, first by applying Slip and then applying glaze. This surface creates exotic and interesting effects as a result of smoke getting into the cracks on the form which are created in reduction environment after firing. Since this surface on the structure after reduction is easily peeled like an egg shell, it is called “Naked Raku”. (http://www.mimarizm.com, Access 06.02.2017)

Juicy fine grained ceramics mud, which is obtained from the mixture of clay and water in specific amounts, is called Slip. Main duty of Slip in Naked Raku firing technique is to create effects with smoke on ceramics surfaces. The general and common purpose of using Slip is to

provide a smooth outer surface for ceramics products. It forms a basis to conceal the color of ceramics body, and to apply any kinds of glaze and decoration.

2. HISTORICAL DEVELOPMENT OF NAKED RAKU FIRING

Ceramists' attempts to create different and elaborate surfaces on ceramics bodies have caused researches in Raku technique and enrichment in the technique by differentiating it. As a result of the researches, ceramics artists started to search for decorative effects on ceramics body without using glazes and they experienced it in 1980s. Known oldest pioneer and practitioner of 'Unglazed raku' which is also mentioned as Naked Raku or Slip Resist Raku in foreign sources is Jerry Caplan. The technique where Caplan designed via stencil method and performed raku firing is the technique which we call unglazed raku today. Kate and Will Jacobson developed their distinctive two phase unglazed raku techniques where they use Slip and glaze in 1986; Charlie and Linda Riggs developed their one phase 'unglazed raku' technique by using just Slip in 1996. later, other ceramics artists have developed the technique with their unique practices independently. (Koçak, unpublished thesis abstract, 2017)

3. SOME CERAMICS ARTISTS THAT USE NAKED RAKU FIRING TECHNIQUE

a **b**

Figure 1. (a,b) Forms Made in Raku Firing Technique, Jerry CAPLAN

a **b** **c**

Figure 2. (a,b,c) Forms Made in Raku Firing Technique, Kate and Will JOCABSON

a b

c d

Figure 3. (a,b,c,d) Forms Made in Raku Firing Technique, Charlie ve Linda RIGGS

4. RAW MATERIALS USED IN THE RESEARCH

The plasticity of the clay, kaolin and sludge selected from the existing raw materials in which the study was carried out and this plasticization showed that the biscuit surfaces were shrunk and separated. Thus, the effect of the reduction was positive in the naked raku experiments.

Chammotte Clay: Chammotte which is an unnatural and sapless ceramics raw material is obtained when the clay is fired until it loses its binding properties. Then they are used by being grinded to a desired size in grinding mills. Ceramics mud attains endurance, toughness to thermal shocks with chammotte addition. Additionally, chammotte addition reduces binding properties and shrinkage of the clay and it increases the amount of pores in fired clay. (Genç, Turan, p.122, 2016). It is used with (Ş.Ç.) abbreviation throughout the essay.

Vitrified clay: Vitreous China which started to be produced in America in 1920s has the properties of something between porcelain and earthenware with feldspar. Vitreous means

glassy, china means porcelain. However; Vitreous China is not a transparent material. When the compaction is provided feldspar instead of special compaction clays distinguishes Vitreous China from compact china clay. Hotel cookware and bake ware and medical equipment are generally made from Vitreous China. In the clay prepared for the production of medical equipment, raw materials are generally used in specific amounts. (Genç, Turan, p.123, 2016). It is used with (V.Ç.) abbreviation throughout the essay.

Kınık Red Clay: Clays which consist high amount of iron oxide in their chemical structure are called red clay. Since the clay which is brown before firing becomes red after the firing due to high amount of iron oxide in its content, it is called this way. (Genç, p. 128, 2013). It is used with (K.Ç.) abbreviation throughout the essay.

Refined Uşak Kaoline: Kaoline can be plasticized with water while preparing clay and glaze and can be easily formed. The word kaoline started to be used with the name of a region in China where huge amounts of kaoline were extracted and has survived until today. It is used with (Y.U.K.) abbreviation throughout the essay.

Akas Clay: Clays are raw materials which have fine grained structure, can easily be plasticized and formed with water, and they preserve their forms for a long time. Clays are added to glaze in specific amounts to provide plasticity and to retard it to sink to the bottom. It is used with (A.K.) abbreviation throughout the essay.

5. NAKED RAKU TESTS

Test samples to be used for naked raku tests were produced, their biscuit firing were performed at 1000^{o}C temperature. In order to prepare the Slips to be used on test samples, chammotte clay, vitrified clay, Kınık pottery clay and refined Uşak kaoline were used. All raw materials were dry grinded and weighted according to the amounts in the receipts. They were wet grinded in mills with 100gr of dry raw material capacity for 15 minutes. Prepared Slips were sifted from 60 mesh sifters and conserved in reserved containers. This is because the Slips need to be applied on biscuit fired test samples right before naked raku firing. Negative results were observed in test samples which were primed and kept for a few days. Naked raku firings were performed in gas kilns at 700, 800 and 900 ^{o}C

Hot samples taken out of the kiln were kept in reduction in metal containers which were full of saw dust for 3 to 6 minutes. They were held with metal tongs and were cooled by being shocked in buckets full of water. In this way the Slip was easily separated from the body. The surfaces were cleaned via borax and water, dried and polished.

Figure 4. Naked Raku Test Stages

Slips were prepared with increasing and decreasing amounts like (Red clay + Y.U.K.), (Red Clay + A.K.), (Chammotte clay + Y.U.K.), (Chammotte clay + A.K.), (Vitrified Clay + Y.U.K), and (Vitrified clay + A.K.). Tested naked raku samples are shown in charts 1, 2, 3.

Table 1. Slips Prepared with (Kınık Red Clay+R.U.K.), (Kınık Red Clay+A.K)

1	**2**	**3**	**4**	**5**
%100 K.R.C.	%75 K.R.C.	%50 K.R.C.	%25 K.R.C.	%0 K.R.C.
%0 R.U.K.	%25 R.U.K.	%50 R.U.K	%75 R.U.K.	%100 R.U.K.
6	**7**	**8**	**9**	**10**
%100 K.R.C.	%75 K.R.C.	%50 K.R.C.	%25 K.R.C.	%0 K.R.C.
%0 A.K.	%25 A.K.	%50 A.K.	%75 A.K.	%100 A.K.

Table 2. Slips Prepared with (Chammotte Clay+R.U.K.), (Chammotte Clay+A.K)

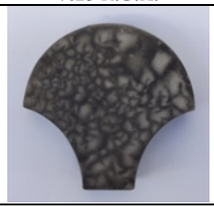
11	**12**	**13**	**14**	**15**
%100 C.C.	%75 C.C.	%50 C.C.	%25 C.C..	%0 C.C.
%0 R.U.K.	%25 R.U.K.	%50 R.U.K.	%75 R.U.K.	%100 R.U.K.
				
16	**17**	**18**	**19**	**20**
%100 C.C.	%75 C.C.	%50 C.C.	%25 C.C.	%0 C.C.
%0 A.K.	%25 A.K.	%50 A.K.	%75 A.K.	%100 A.K.

Table 3. Slips Prepared with (Vitrified Clay+R.U.K.), (Vitrified Clay+A.K)

21	22	23	24	25
%100 V.C.	%75 V.C.	%50 V.C.	%25 V.C.	%0 V.C.
%0 R.U.K.	%25 R.U.K.	%50 R.U.K.	%75 R.U.K.	%100 R.U.K.
26	27	28	29	30
%100 V.C.	%75 V.C.	%50 V.C.	%25 V.C.	%0 V.C.
%0 A.K.	%25 A.K.	%50 A.K.	%75 A.K.	%100 A.K.

After naked raku test firings performed with Slips prepared with different amount of raw material mixtures, two Slip receipts with the best results (receipts number 4 and 14) were chosen, and different firing techniques and durations were applied to this receipts as it can be seen in the items below.

4 NUMBERED SLIP RECEIPT%

25 Kınık Red Clay

75 Refined Uşak Kaoline

14 NUMBERED SLIP RECEIPT%

25 Chammotte Clay

75 Refined Uşak Kaoline

1) Different firing temperatures (700^{o}C, 800^{o}C , 900^{o}C)
2) Different reduction durations (3 and 6 minutes)
3) Bodies with different colors
4) Practice with turquoise color glaze
5) Practice on china (Kütahya) bodies.

Table 4. Naked Raku Tests (4 Numbered Slip, 3 minute)

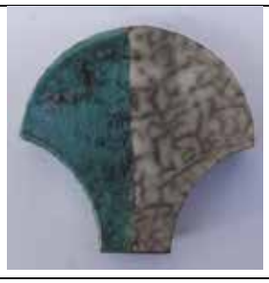
Naked Raku Applications on Yellow Colored Forms			
	700 ^{0}C	800 ^{0}C	900^{0}C
NUMBER 4 SLIP (3 minute reduction)			
Naked Raku Applications on Blue Colored Forms			
	700 ^{0}C	800 ^{0}C	900^{0}C
NUMBER 4 SLIP (3 minute reduction)			
Naked Raku Applications on Unglazed Forms			
	700 ^{0}C	800 ^{0}C	900^{0}C
NUMBER 4 SLIP (3 minute reduction)			
Naked Raku Applications on Glazed Forms			
	700 ^{0}C	800 ^{0}C	900^{0}C
NUMBER 4 SLIP (3 minute reduction)			

Table 5. Naked Raku Tests (14 Numbered Slip, 3 minute)

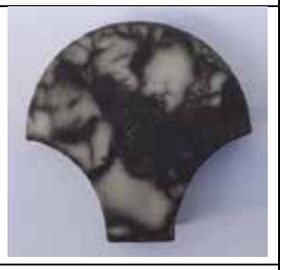
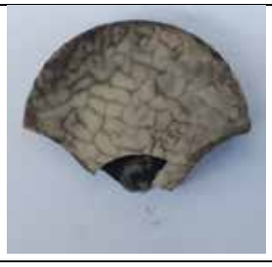
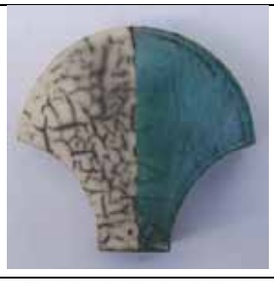
Naked Raku Applications on Yellow Colored Forms			
	700 ^{0}C	800 ^{0}C	900^{0}C
NUMBER 14 SLIP (3 minute reduction)			
Naked Raku Applications on Blue Colored Forms			
	700 ^{0}C	800 ^{0}C	900^{0}C
NUMBER 14 SLIP (3 minute reduction)			
Naked Raku Applications on Unglazed Forms			
	700 ^{0}C	800 ^{0}C	900^{0}C
NUMBER 14 SLIP (3 minute reduction)			
Naked Raku Applications on Glazed Forms			
	700 ^{0}C	800 ^{0}C	900^{0}C
NUMBER 14 SLIP (3 minute reduction)			

Table 6. Naked Raku Tests (4 Numbered Slip, 6 minute)

Naked Raku Applications on Yellow Colored Forms

	700 ^{0}C	800 ^{0}C	900^{0}C
NUMBER 4 SLIP (6 minute reduction)			
Naked Raku Applications on Blue Colored Forms			
NUMBER 4 SLIP (6 minute reduction)			
Naked Raku Applications on Unglazed Forms			
NUMBER 4 SLIP (6 minute reduction)			
Naked Raku Applications on Glazed Forms			
NUMBER 4 SLIP (6 minute reduction)			

Table 7. Naked Raku Tests (14 Numbered Slip, 6 minute)

Naked Raku Applications on Yellow Colored Forms			
	700 ^{0}C	800 ^{0}C	900^{0}C

NUMBER 14 SLIP (6 minute reduction)			
Naked Raku Applications on Blue Colored Forms			
	700 ^{0}C	**800 ^{0}C**	**900^{0}C**
NUMBER 14 SLIP (6 minute reduction)			
Naked Raku Applications on Unglazed Forms			
	700 ^{0}C	**800 ^{0}C**	**900^{0}C**
NUMBER 14 SLIP (6 minute reduction)			
Naked Raku Applications on Glazed Forms			
	700 ^{0}C	**800 ^{0}C**	**900^{0}C**
NUMBER 14 SLIP (6 minute reduction)			

Unglazed china bodies with under glaze decoration from Kütahya were used in naked raku tests. The pattern appeared on Slips in some tests of naked raku firing (900 ^{o}C) applied on china. The examples can be seen in Figure 5.

Figure 5. Naked Raku Effects on Çini bodies of Underglaze Décor

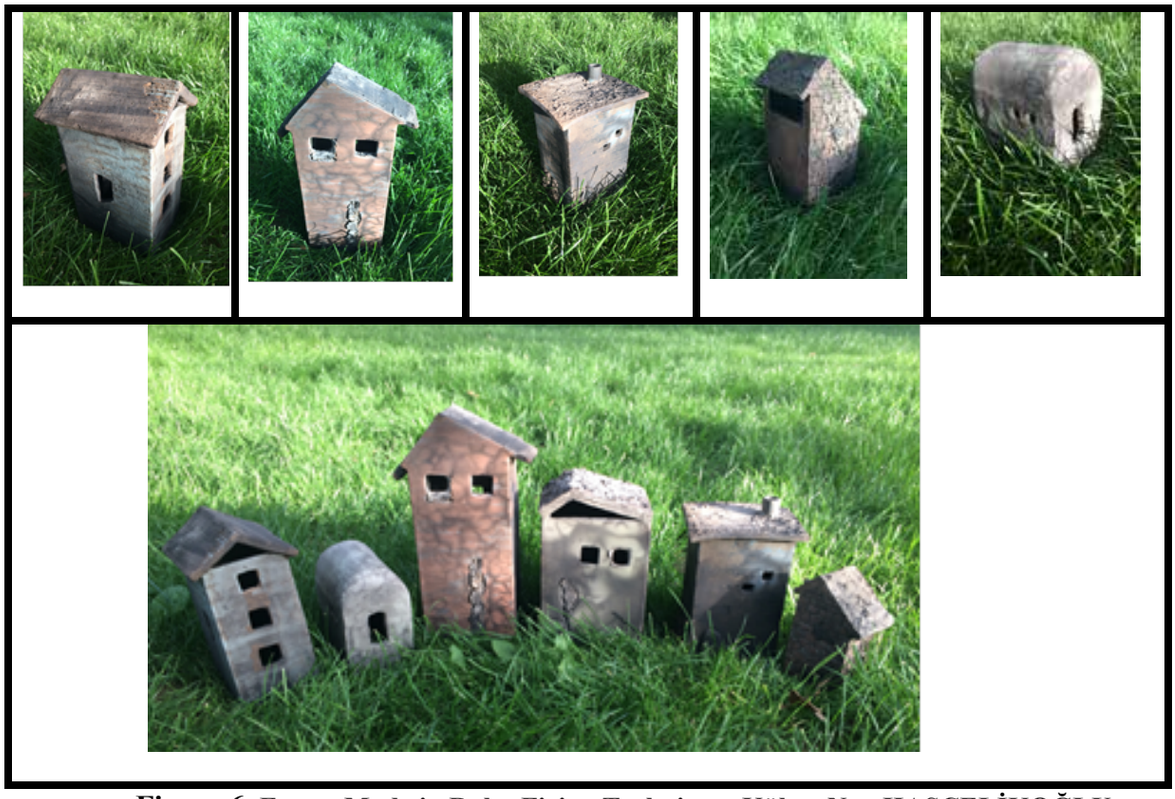


Figure 6. Forms Made in Raku Firing Technique, Kübra Nur HASÇELİKOĞLU

Figure 7. Forms Made in Raku Firing Technique, Kübra Nur HASÇELİKOĞLU

6. CONCLUSION

In this research related to naked raku as one of the smoked firing techniques, different Slips were tried on raw and colorful bodies. Naked raku samples with positive properties were chosen as a result of preliminary research and tests. Colorful bodies, raw bodies, glazed and unglazed practices, different firing temperatures, different Slip thickness, different reduction durations were applied in naked raku tests with chosen Slips. Naked raku applied on yellow and blue bodies whose biscuit firing was performed at 1000 ^{o}C resulted in faded colors. It was observed that bodies with 1160 ^{o}C biscuit firing resulted in vivid colors. As a result of naked raku firings, it was understood that Slips applied thickly on biscuit surface resulted in more positive results. Results where 900 ^{o}C firing temperature and 3 minutes of reduction duration were performed were successful. Flaws such as cracking or breaking occurred in the forms suddenly sank in the water during shocking. It was observed that slowly shocked forms were more durable. It was also observed that china bodies were not that much durable to shocking effect after these tests. Additionally, according to research results, it was discovered that Slips prepared with Refined Uşak Kaoline, Kınık Pottery Clay and Chammotte Clay resulted in positive effects, on the other hand, Slips prepared with vitrified clay had negative effects.

REFERENCES

- WATKINS, J.C & WANDLESS, P.A *Alternative Kilns & Firing Techniques*, A Lark Ceramics Book
- PERRYMAN, Jane *Naked Clay / Ceramics Without Glaze*
- GENÇ Soner, Artistik Seramik Sırları, Boyut, 2013
- GENÇ Soner, TURAN Nihal,Soda Şişesi ve Sıcak Cam Dönüşüm Atığının Seramik Çamurlarıda Kullanımının Araştırılması, 10. Uluslar Arası Pişmiş Toprak Sempozyumu, 122,123 , Eskişehir,2016
- BAŞKIRKAN, Hasan (2010) *Dumanlı Pişirim Teknikleri* , yayınlanmış sanatta yeterlik tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul
- KOÇAK, Şirin (2017) *Sırsız Raku Araştırma ve Uygulamaları,* yayınlanmamış sanatta yeterlik tez özeti, Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü
- BAŞKAYA, Hikmet Mutlu (1997) *Muğla Bacalarının Çağdaş Seramik Yorumunda Raku Dokuları,* yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü

(2)http://www.mimarizm.com/etkinlikler/diger/raku-calistayi-atesten-suya-iku-seramik-atolyesi-nde_119804, Erişim 06.02.2017

BİLDİRİ

NAKED RAKU PİŞİRİM TEKNİĞİNDE FARKLI ASTARLARIN, RENKLİ BÜNYELER ÜZERİNDE UYGULANMASI

Soner GENÇ[1], Kübra Nur HASÇELİKOĞLU[2], Emre KOÇ[3]

[1,2,3] **Anadolu Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik Bölümü, Eskişehir**

ÖZET

Raku tekniğinin tarihi 16.yy'a dayanmaktadır ve Raku ailesi tarafından nesilden nesile aktarılmıştır. Raku pişiriminde farklılıklar arayan Jerry Caplan, 1980'lerde 'Naked Raku'yu bulmuştur. 'Naked Raku' artistik sonuçlarından dolayı tercih edilen bir tekniktir. Naked Raku'da bisküvi pişirimi yapılmış seramik bünyeye; astar uygulaması yapılarak yeni bir yüzey oluşturulur. Bu yüzey; pişirim sonrası redüksiyon ortamında, form üzerinde oluşan çatlaklardan dumanın girmesi sonucunda egzotik ve ilginç etkiler ortaya çıkarır. Redüksiyon sonrası bünye üzerindeki bu yüzeyin, pişmiş bir yumurtanın kabuğu gibi rahatça soyulması nedeniyle; "Çıplak Raku" yani "Naked Raku" ismiyle anılır. Araştırma kapsamında, farklı reçetelerde astarlar hazırlanmıştır. Bu astarlar bisküvi yüzeylere değişik kalınlıklarda uygulanmış ve farklı sıcaklıklarda pişirilmiştir. Renkli astarlarla astarlanmış seramik yüzeylerin üzerinde uygulanan naked raku pişirim tekniğinde zengin görsel efektlere sahip olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Seramiğin sanatsal değerini arttıran, 'naked raku' pişirim tekniğine katkıda bulunan bu araştırma sonuçları, seramikçilere faydalı olacaktır.

Anahtar Kelimeler : Raku, Naked Raku, Renkli Naked Raku

1. NAKED RAKU PİŞİRİM TEKNİĞİ

1560'lı yıllarda ortaya çıkan raku pişirim tekniği, seramik yüzeyinde oluşan rastlantısal ve çarpıcı etkilere sahiptir. Hideyoshi isimli savaş lordu bu pişirim tekniğini bulan Chojiro'nun oğlu Jokei'ye mutluluk, sadelik anlamına gelen 'raku' adını vermiştir. O günden sonra bu aile Raku ailesi olarak tanınmıştır ve bu pişirim tekniğine adını vermiştir. Geleneksel raku tekniği kuşaktan kuşağa aktarılarak günümüze kadar gelmiştir.

Naked Raku'da bisküvi pişirimi yapılmış seramik bünyeye; astar ve sonrasında sır uygulaması yapılarak yeni bir yüzey oluşturulur. Bu yüzey; pişirim sonrası redüksiyon ortamında, form üzerinde oluşan çatlaklardan dumanın girmesi sonucunda egzotik ve ilginç etkiler ortaya çıkarır. Redüksiyon sonrası bünye üzerindeki bu yüzeyin, pişmiş bir yumurtanın kabuğu gibi rahatça soyulması nedeniyle; "Çıplak Raku" yani "Naked Raku" ismiyle anılır (http://www.mimarizm.com, Erişim 06.02.2017).

Kil ve suyun belirli oranlarda karıştırılması ile elde edilen ince taneli sulu seramik çamurlarına astar denir. Naked raku pişirim tekniğinde astarın asıl görevi seramik yüzeylerde duman ile efektler oluşturmaktır. Genel anlamda ve yaygın olarak astarın kullanımındaki amaç

ise, seramik ürünlerin dış yüzeylerinin görünümlerinin daha düzgün olmasını sağlamaktır. Seramik gövdenin rengini gizlemek, her türlü sır ve dekoru uygulayabilmek için zemin hazırlamaktır.

2. NAKED RAKU PİŞİRİMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Seramikçilerin seramik bünyelerde farklı ve gösterişli yüzeyler elde etme çabaları, Raku tekniğinde de araştırmalara ve tekniğin farklılaşarak zenginleşmesine sebep olmuştur. 1980'lerde seramik sanatçıları bu arayışlarının sonucunda, sır kullanılmadan seramik bünye üzerinde dekoratif etkileri araştırmaya ve deneyimlemeye başlamışlardır. Yabancı kaynaklarda Naked Raku ya da Slip Resist Raku olarak isimlendirilen 'Sırsız Raku' pişirim tekniğinin bilinen en eski öncüsü ve uygulayıcısı Jerry Caplan'dır. Caplan'ın şablon yöntemi ile desenlediği ve raku pişirimi ile gerçekleştirdiği teknik aslında bugün bizim tek aşamalı sırsız raku olarak tanımladığımız tekniktir. 1986'da Kate ve Will Jacobson astar ve sır kullanarak kendilerine özgü iki-aşamalı sırsız raku tekniklerini; 1996'da ise Charlie ve Linda Riggs, sadece astar kullanarak kendi tek-aşamalı 'sırsız raku' tekniklerini geliştirmişlerdir. Bu sanatçılardan sonra diğer seramik sanatçıları da tekniği, bağımsız olarak, kendilerine özgü uyarlamalarıyla geliştirmişlerdir (Koçak, yayınlanmamış tez özeti, 2017).

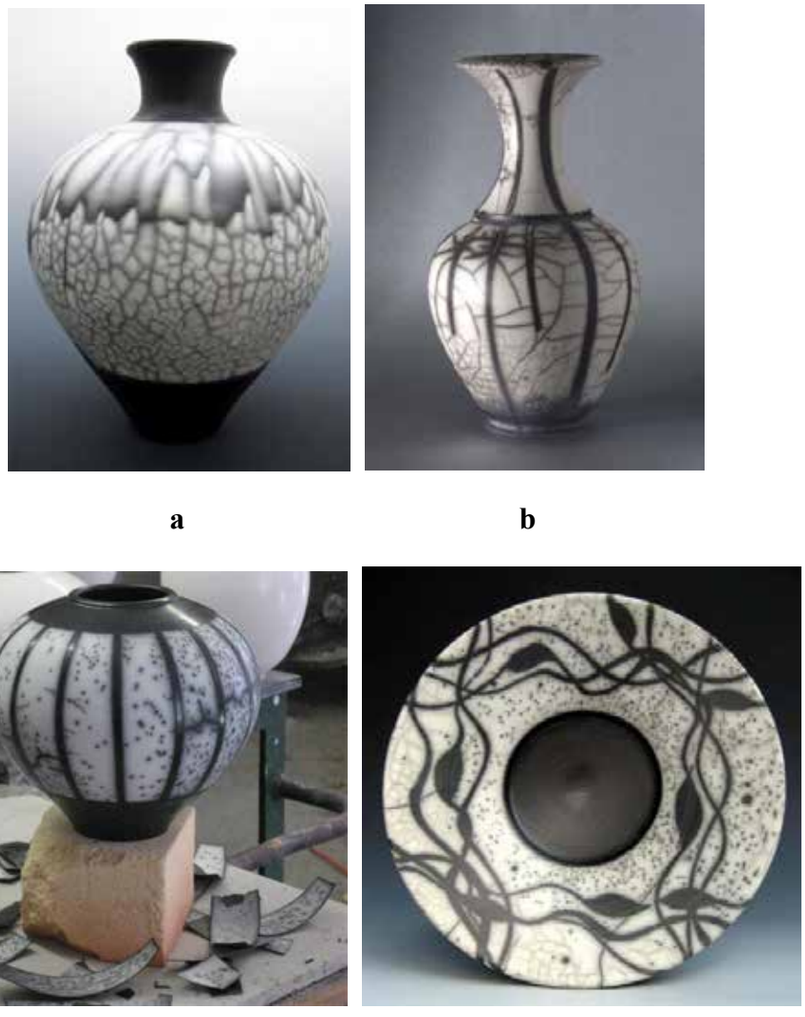
3. NAKED RAKU PİŞİRİM TEKNİĞİNİ KULLANAN BAZI SERAMİK SANATÇILARI

a **b**

Görsel 1. (a, b) Naked Raku Pişirim Tekniğinde Yapılmış Formlar, Jerry CAPLAN

a **b** **c**

Görsel 2. (a, b, c) Naked Raku Pişirim Tekniğinde Yapılmış Formlar, Kate ve Will JOCABSON



a **b**

c **d**

Görsel 3. (a, b, c, d) Naked Raku Pişirim Tekniğinde Yapılmış Formlar, Charlie ve Linda RIGGS

4. ARAŞTIRMADA KULLANILAN HAMMADDELER

Araştırmada kullanılmak üzere mevcut hammaddelerden seçilen kil, kaolin ve çamurlar plastiklik özelliği fazla olan malzemelerdir ve bu plastiklikleri nedeniyle, bisküvi yüzeylerde küçülerek, ayrılmalar göstermiştir. Böylece, redüksiyonun etkisi naked raku denemelerinde olumlu olmuştur.

Şamotlu Çamur: Yapay ve özsüz bir seramik hammadde olan şamot, killerin bağlayıcı özelliklerini kaybedinceye dek pişirilmesi ile elde edilir. Daha sonra, kırma ve öğütme makinalarında istenilen tane büyüklüğüne öğütülerek kullanılırlar. Şamot, ilavesi ile seramik çamurlarına termal şoklara dayanım kazandırılır. Ayrıca, şamot ilavesi çamurda bağlayıcı özellikleri ve çamurdaki küçülmeleri azaltır, pişmiş çamurun gözenek oranını artırır. (Genç, Turan, s.122, 2016). Bildiri içinde (Ş.Ç.) kısaltmasıyla kullanılmıştır.

Vitrifiye Çamuru: 1920'li yıllarda Amerika'da üretilmeye başlayan Vitreous China, feldspatlı akçini ile porselen arasında bir yerde olma özelliği taşımaktadır. Vitreous-camsı, China-porselen anlamına gelmektedir. Ancak, Vitreous Chine saydam bir malzeme değildir. Pekişmenin özel pekişme killeri yerine feldspat ile sağlanması Vitreous China'yı pekişmiş çini çamurlarından ayırır. Vitreous Chine ile genellikle otel kapkacağı türünde eşyalar ve sağlık gereçleri üretilmektedir. Sağlık gereçleri yapımı için hazırlanan çamurda genellikle hammaddeler belli oranlarda kullanılabilir (Genç, Turan, s.123, 2016). Bildiri içinde (V.Ç.) kısaltmasıyla kullanılmıştır.

Kınık Kırmızı Çamuru: Kimyasal yapısında yüksek oranda demir oksit içeren killer, kırmızı çamur olarak adlandırılır. Pişirimden önce kahverengi olan çamur, piştikten sonra içeriğindeki demir oksit oranının fazlalığı nedeniyle kızıl rengi aldığı için kırmızı çamur olarak adlandırılır (Genç, s. 128, 2013). Bildiri içinde (K.Ç.) kısaltmasıyla kullanılmıştır.

Yıkanmış Uşak Kaoleni: Kaolin, çamur ve sır hazırlamasında su ile yoğrulabilir ve kolaylıkla şekillendirilebilir. Kaolin kelimesi, Çin'de bol miktarda kaolin çıkarılan bir yörenin adıyla kullanılmaya başlanmış ve günümüze kadar gelmiştir. Bildiri içinde (Y.U.K.) kısaltmasıyla kullanılmıştır.

Akas Kili: Killer ince taneli yapıya sahip olup, su ile kolaylıkla yoğrulabilen, şekil verilebilen ve bu şekillerini uzun süre koruyabilen hammaddelerdir. Killer sırların içine, plastiklik kazandırmak ve dibe çökmelerini geciktirmek için belli oranlarda ilave edilir. Bildiri içinde (A.K.) kısaltmasıyla kullanılmıştır.

5. NAKED RAKU DENEMELERİ

Naked raku denemelerinde kullanılmak üzere bisküvi pişirimi 1000 ^{o}C sıcaklıkta yapılmış deney numuneleri üretilmiştir. Deney numunelerinin üstünde kullanılacak astarları hazırlamak için şamotlu, vitrifiye, Kınık çömlekçi çamurları ve Yıkanmış Uşak kaolini, kullanılmıştır. Tüm hammaddeler kuru olarak öğütülmüş ve reçetedeki oranlara göre tartılmıştır. 100 gr kuru hammadde kapasiteli değirmenlerde sulu olarak 15 dk. öğütülmüştür. Hazırlanan astarlar 60 mesh'lik elekten süzülmüş ve kullanılmak üzere ağzı kapalı kaplarda muhafaza edilmiştir. Çünkü, naked raku pişiriminden hemen önce astarlar bisküvisi yapılmış deney numunelerinin üstüne sürülmesi gerekmektedir. Astarlanıp birkaç gün bekleyen denemelerde olumsuz sonuçlar görülmüştür. Naked raku pişirimleri gazlı fırında 700, 800 ve 900 ^{o}C sıcaklıklarda yapılmıştır.

Sıcak olarak fırından alınan numuneler, içi odun talaşı ile dolu metal kapların içinde 3-6 dk. arasında redüksiyonda bekletilmiştir. Metal maşa yardımıyla alınan numuneler içi su dolu kovalarda şoklanarak soğutulmuş ve astarın bünyeden daha kolay ayrılması sağlanmıştır. Boraks ve su yardımıyla yüzeyler temizlenmiş kurutulmuş ve parlatılmıştır.

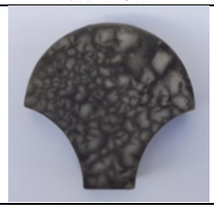
Görsel 4. Naked Raku Deneme Aşamaları

Astarlar, (Kırmızı çamur+Y.U.K.), (Kırmızı çamur+A.K.), (Şamotlu çamur+Y.U.K.), (Şamotlu çamur+A.K.), (Vitrifiye çamur+Y.U.K.) ve (Vitrifiye çamur+A.K.) şeklinde artan ve azalan oranlarda hazırlanmıştır. Denemesi yapılan naked raku örnekleri çizelge 1, 2, 3 de görülmektedir.

Çizelge 1. (Kırmızı çamur+Y.U.K.), (Kırmızı çamur+A.K.) ile Hazırlanan Astarlar

1	**2**	**3**	**4**	**5**
%100 K.Ç.	%75 K.Ç.	%50 K.Ç.	%25 K.Ç.	%0 K.Ç.
%0 Y.U.K.	%25 Y.U.K.	%50 Y.U.K	%75 Y.U.K.	%100 Y.U.K.
6	**7**	**8**	**9**	**10**
%100 K.Ç.	%75 K.Ç.	%50 K.Ç.	%25 K.Ç.	%0 K.Ç.
%0 A.K.	%25 A.K.	%50 A.K.	%75 A.K.	%100 A.K.

Çizelge 2. (Şamotlu çamur+Y.U.K.), (Şamotlu çamur+A.K.) ile Hazırlanan Astarlar

11	**12**	**13**	**14**	**15**
%100 Ş.Ç	%75 Ş.Ç.	%50 Ş.Ç.	%25 Ş.Ç.	%0 Ş.Ç.
%0 Y.U.K.	%25 Y.U.K.	%50 Y.U.K.	%75 Y.U.K.	%100 Y.U.K.
				
16	**17**	**18**	**19**	**20**
%100 Ş.Ç.	%75 Ş.Ç.	%50 Ş.Ç.	%25 Ş.Ç.	%0 Ş.Ç.
%0 A.K.	%25 A.K.	%50 A.K.	%75 A.K.	%100 A.K.

Çizelge 3. (Vitrifiye çamur+Y.U.K.) ve (Vitrifiye çamur+A.K.) ile Hazırlanan Astarlar

21	22	23	24	25
%100 V.Ç.	%75 V.Ç.	%50 V.Ç.	%25 V.Ç.	%0 V.Ç.
%0 Y.U.K.	%25 Y.U.K.	%50 Y.U.K.	%75 Y.U.K.	%100 Y.U.K.
26	27	28	29	30
%100 V.Ç.	%75 V.Ç.	%50 V.Ç.	%25 V.Ç.	%0 V.Ç.
%0 A.K.	%25 A.K.	%50 A.K.	%75 A.K.	%100 A.K.

Farklı oranlarda hammaddelerin karışımlarıyla hazırlanan astarların naked raku deneme pişirimlerinden sonra, en iyi sonuç veren iki astar reçetesi (4 ve 14 nolu) seçilmiş ve bu reçetelere farklı pişirim teknikleri ve süreleri aşağıdaki maddelerde görüldüğü gibi uygulanmıştır.

4 NOLU ASTAR REÇETESİ %

25 Kırmızı Çamur

75 Yıkanmış Uşak Kaolini

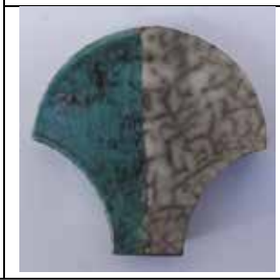
14 NOLU ASTAR REÇETESİ %

25 Şamotlu Çamur

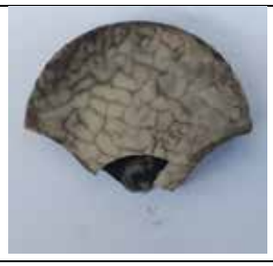
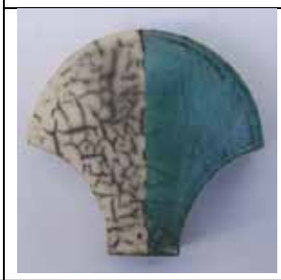
75 Yıkanmış Uşak Kaolini

1) Farklı pişirim sıcaklığı (700^{o}C, 800^{o}C , 900^{o}C)
2) Farklı redüksiyon süreleri (3 ve 6 dk.)
3) Farklı renkte bünyeler (sarı/mavi)
4) Turkuaz renkli sır ile uygulama
5) Çini (Kütahya) bünyeler üzerine uygulama

Çizelge 4. Naked Raku Denemeleri (4 Nolu Astar, 3 dk)

Sarı Renkli Formlar Üzerinde, Naked Raku Uygulamaları			
	700 ^{0}C	**800 ^{0}C**	**900^{0}C**
4 NOLU ASTAR (3 dk redüksiyon)			
Mavi Renkli Formlar Üzerinde, Naked Raku Uygulamaları			
	700 ^{0}C	**800 ^{0}C**	**900^{0}C**
4 NOLU ASTAR (3 dk redüksiyon)			
Sırsız Formlar Üzerinde, Naked Raku Uygulamaları			
	700 ^{0}C	**800 ^{0}C**	**900^{0}C**
4 NOLU ASTAR (3 dk redüksiyon)			
Sırlı Formlar Üzerinde, Naked Raku Uygulamaları			
	700 ^{0}C	**800 ^{0}C**	**900^{0}C**
4 NOLU ASTAR (3 dk redüksiyon)			

Çizelge 5. Naked Raku Denemeleri (14 Nolu Astar, 3 dk)

Sarı Renkli Formlar Üzerinde, Naked Raku Uygulamaları			
	700 ^{0}C	**800 ^{0}C**	**900^{0}C**
14 NOLU ASTAR (3 dk redüksiyon)			
Mavi Renkli Formlar Üzerinde, Naked Raku Uygulamaları			
	700 ^{0}C	**800 ^{0}C**	**900^{0}C**
14 NOLU ASTAR (3 dk redüksiyon)			
Sırsız Formlar Üzerinde, Naked Raku Uygulamaları			
	700 ^{0}C	**800 ^{0}C**	**900^{0}C**
14 NOLU ASTAR (3 dk redüksiyon)			
Sırlı Formlar Üzerinde, Naked Raku Uygulamaları			
	700 ^{0}C	**800 ^{0}C**	**900^{0}C**
14 NOLU ASTAR (3 dk redüksiyon)			

Çizelge 6. Naked Raku Denemeleri (4 Nolu Astar, 6 dk)

Sarı Renkli Formlar Üzerinde, Naked Raku Uygulamaları			
	700 ^{0}C	**800 ^{0}C**	**900^{0}C**
4 NOLU ASTAR (6 dk redüksiyon)			
Mavi Renkli Formlar Üzerinde, Naked Raku Uygulamaları			
	700 ^{0}C	**800 ^{0}C**	**900^{0}C**
4 NOLU ASTAR (6 dk redüksiyon)			
Sırsız Formlar Üzerinde, Naked Raku Uygulamaları			
	700 ^{0}C	**800 ^{0}C**	**900^{0}C**
4 NOLU ASTAR (6 dk redüksiyon)			
Sırlı Formlar Üzerinde, Naked Raku Uygulamaları			
	700 ^{0}C	**800 ^{0}C**	**900^{0}C**
4 NOLU ASTAR (6 dk redüksiyon)			

Çizelge 7. Naked Raku Denemeleri (14 Nolu Astar, 6 dk)

Sarı Renkli Formlar Üzerinde, Naked Raku Uygulamaları			
	700 ^{0}C	800 ^{0}C	900^{0}C
14 NOLU ASTAR (6 dk redüksiyon)			
Mavi Renkli Formlar Üzerinde, Naked Raku Uygulamaları			
	700 ^{0}C	800 ^{0}C	900^{0}C
14 NOLU ASTAR (6 dk redüksiyon)			
Sırsız Formlar Üzerinde, Naked Raku Uygulamaları			
	700 ^{0}C	800 ^{0}C	900^{0}C
14 NOLU ASTAR (6 dk redüksiyon)			
Sırlı Formlar Üzerinde, Naked Raku Uygulamaları			
	700 ^{0}C	800 ^{0}C	900^{0}C
14 NOLU ASTAR (6 dk redüksiyon)			

Naked raku denemelerinde Kütahya'dan alınan sıraltı dekorlu sırsız çini bünyeler kullanılmıştır. Çini üzerine uygulanan naked raku pişiriminde (900 ^{o}C) bazı denemelerde desen astarın yüzeyine geçmiştir. Görsel 5'de örnekleri görülmektedir.

Görsel 5. Sıraltı dekorlu çini bünyeler üzerine naked raku uygulamaları

Görsel 6. Naked Raku Pişirim Tekniğinde Yapılmış Formlar, Kübra Nur HASÇELİKOĞLU

Görsel 7. Naked Raku Pişirim Tekniğinde Yapılmış Formlar, Emre KOÇ

6. SONUÇ

Dumanlı pişirim tekniklerinden biri olan naked raku üzerine yapılan bu araştırmada, ham ve renkli bünyeler üzerinde farklı astarlar denenmiştir. Ön araştırma ve denemeler sonucunda olumlu özelliklere sahip naked raku örneklerinden seçim yapılmıştır. Seçilen astarlar ile yapılan naked raku denemelerinde, renkli bünyeler, ham bünyeler, sırlı ve sırsız uygulamalar, farklı pişirim sıcaklığı, farklı astar kalınlığı, farklı redüksiyon süresi uygulanmıştır. Bisküvi pişirim sıcaklığı 1000 ℃'da yapılan sarı ve mavi renkli bünyeler üzerine uygulanan naked raku soluk renkli sonuçlar vermiştir. 1160 ℃ sıcaklıkta bisküvi pişirimi yapılan bünyelerin ise, canlı renkli oldukları gözlemlenmiştir. Naked raku pişirimi sonucunda bisküvi yüzeye kalın uygulanan astarların daha olumlu sonuçlar verdiği görülmüştür. Pişirim sıcaklığının 900 ℃ redüksiyon süresinin 3 dakika uygulandığı sonuçlar başarılı olmuştur. Şoklama aşamasında aniden suya daldırılan formlarda, kırılma ve çatlama gibi hatalar oluşmuştur. Yavaş şoklanan formların daha sağlam olduğu görülmüştür. Çini bünyelerin bu denemeler sonucunda şok etkisine çok fazla dayanıklı olmadıkları görülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre, Yıkanmış Uşak kaolini, Kınık çömlekçi çamuru ve şamotlu çamur ile hazırlanan astarların naked raku pişirimlerinde olumlu etkiler verdiği, vitrifiye çamurla hazırlanan astarların ise olumsuz etkiler verdiği gözlemlenmiştir.

KAYNAKÇA

- WATKINS, J.C & WANDLESS, P.A *Alternative Kilns & Firing Techniques*, A Lark Ceramics Book
- PERRYMAN, Jane *Naked Clay / Ceramics Without Glaze*
- GENÇ Soner, Artistik Seramik Sırları, Boyut, 2013
- GENÇ Soner, TURAN Nihal, Soda Şişesi ve Sıcak Cam Dönüşüm Atığının Seramik Çamurlarında Kullanımının Araştırılması, 10. Uluslar Arası Pişmiş Toprak Sempozyumu, 122,123 , Eskişehir,2016
- BAŞKIRKAN, Hasan (2010) *Dumanlı Pişirim Teknikleri*, yayınlanmış sanatta yeterlik tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul
- KOÇAK, Şirin (2017) *Sırsız Raku Araştırma ve Uygulamaları,* yayınlanmamış sanatta yeterlik tez özeti, Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü
- BAŞKAYA, Hikmet Mutlu (1997) *Muğla Bacalarının Çağdaş Seramik Yorumunda Raku Dokuları,* yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü

(2)http://www.mimarizm.com/etkinlikler/diger/raku-calistayi-atesten-suya-iku-seramik-atolyesi-nde_119804, Erişim 06.02.2017

A GROUP OF ARCHITECTURAL TERRACOTTAS (DISCOVERED IN 2014 AND 2015) FROM THE SANCTUARY OF ZEUS LEPSYNOS AT EUROMOS

Taylan DOĞAN[1]

[1] Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty of Literature, Archaeology Department, Muğla / TURKEY

ABSTRACT

The excavations in the sanctuary of Zeus Lepsynos at Euromos were carried out between 1969 and 1975. These excavations yielded approximately 800 fragments of architectural terracottas, which constitute the greatest architectural terracotta collection found in Anatolia. After 39 years of gap in the research history of the settlement, the excavations were resumed in 2014. This paper studies nine terracotta fragments discovered during the excavations in 2014 and 2015. As the consequence of the analogical examinations conducted on the fragments, six groups were identified according to their decoration system and functions. The color of the clay used in the architectural terracottas is red and light red. While the backgrounds of the terracottas were painted in pale yellow, the ornaments and figures were in black, red, and reddish brown. Considering their decoration systems and functions, it is understood that these terracotta fragments were used in three different buildings. The fragments of antefix and lateral sima indicate that the structures situated in the sanctuary had two different roofing systems: "Roof with Antefix" and "Roof with Lateral Sima." The terracottas must have been produced by the itinerant workshops under the influence of Miletus. Like in the other terracotta yielding sites such as Amyzon, Didyma, Hacıbayramlar, and Panionion, these terracottas were found in the sanctuary of the Euromos. Therefore, these finds may be related with the religious structures. The architectural terracottas of the Euromos are dated to the second half of the 6th century BC with the parallels found in the other settlements.

Keywords: Euromos, Zeus Lepsynos, Sanctuary, Archaic, Architectural Terracotta.

1. INTRODUCTION

While the architectural terracottas were found in many settlements of the ancient world, the considerable amount of the terracottas were discovered in Anatolia. Akalan, Amyzon, Assesos, Assos, Daskyleion, Didyma, Düver, Gordion, Hacıbayramlar, Kebren, Koronza, Larissa, Midas City, Miletus, Neandreia, Pazarlı, Pergamon, Phokaia, and Sardis are the major settlements in Anatolia, which yield architectural terracottas (Akkurnaz 2010: 36; Akkurnaz 2013: Harita 2). However, in the light of the 800 published fragments architectural terracotta fragments of Euromos, it would not be wrong to say that Euromos has the largest collection of architectural terracottas among these sites (Ateşlier 2011: 279)[1].

[1] This study was supported by Muğla Sıtkı Koçman University within the scope of the Project of the Sanctuary of Zeus Lepsynos at Eurmos [Euromos Zeus Lepsynos Tapınağı Projesi], Project No: 16/071.

The first examples of the architectural terracottas of Euromos were found in a sounding opened in the northwest of the temple by Ümit Serdaroğlu between 1969 and 1975 (Serdaroğlu 1971: 48; Serdaroğlu 1973: 37; Serdaroğlu 1982: 351; Mellink 1972: 182; Ateşlier 2011: 279) (Figures 1 to 3). Suat Ateşlier (2006; 2008; 2009; 2011; 2011) studies this terracotta collection, which consists of 742 fragments in total. Among them, 10 belong to the central acroter[2], 4 to the pediment's relief, 73 to the pediment's sima[3], 51 to the antefixes[4], 12 to the animal frieze, 29 to calypters[5], 63 to the centaur[6] frieze[7], 106 to the curved branch frieze, 66 to the Ionic cymatia[8], 16 to the stroters[9], 188 to the procession of gods, 100 to the lateral simas and 24 debated pieces (Ateşlier 2009: 151).

This study does not include the finds discovered during the excavations conducted by Serdaroğlu but mention some of them in places if need be. In the scope of this paper, nine architectural terracotta fragments are studied: three terracotta fragments (AGE 81[10], AGE 82, and AGE 90) (Figure 4) found in 2014 in a garbage pit for ceramics belonging to the Serdaroğlu Excavations, five terracotta fragments (Figure 3) (AHD 10, AHD 11, AHD 16, AHD 19, AHD 20), which were discovered during the cleaning work of the sections of the soundings in which the 742 architectural terracotta fragments were found, and a terracotta fragment (AAA 75) that came from the surface on the northern part of the temple.

The technical analysis on the terracottas showed us that there are six groups within the fragments according to their functions and subjects that they represent.

2. GROUPS DEFINED ACCORDING TO DIFFERENCES IN THEIR FUNCTIONS AND SUBJECTS

2.1. The Animal Frieze: This group is represented with the terracotta fragment AGE 81 (Figure 5) which was discovered in 2014. The fragment is 10.4 cm high, 12.3 wide and 2.6 cm thick. Its clay is red (2.5 YR 6/8) and contains small stones, lime and mica. It has a loose structure. On the fragment, there is a relief of a deer whose head, neck and back survived partially. Because the relief was damaged badly, the details of its face cannot be understood. Although its ears and eyes did not survive, its mouth was partially preserved but it was worn away very much. A small preserved section from its back indicates that the animal was depicted as it was turning its head backwards. While the pale yellow slip was used only for

[2] Acroter: A plinth bearing a statue, etc, at either end or at the apex of a pediment.
[3] Sima: It is the rain water that runs along the fringe in ancient Greek architecture.
[4] Antefix: The name given to the ornaments made of marble or terracotta, which cover the end points of the tiles on the roof in antique structures, and which extend between the fringes and between the blinds.
[5] Calypter: A type of tile.
[6] Centaur: Horse men. His/Her upper body is human, lower body is animal.
[7] Frieze: The horizontal part between the cornice and the architrave in ancient architecture and often decorated with reliefs or sculptures.
[8] Cyma: The name given to a kind of ornamentation of stylized motifs used in ancient architecture.
[9] Stroter: A type of tile.
[10] In the text, there are the abbreviations like "AGE 81." In these abbreviations, the letters stand for the context or the stratigraphic layer in which the find was discovered. The numbers represent the find number of the object. These numbers and letters help organizing thousands of artifacts found during the excavations in order not to mix them up. In addition, they serve as an identity card for both the finds and their stratigraphic layer.

the background of the terracotta fragment, the deer was decorated with red glaze[11] (10R 4/8) on pale yellow slip (2.5 Y_/2/9).

The "turning the head backwards scene" was frequently depicted in the Archaic period, especially on the ceramics (Cook-Dupont 1998: Figure 8.3, 8.14, 8.20; Cook 1933/1934: Fig. 19 B I a, Plate 3/a). The similar deer examples were found during the Serdaroğlu excavations and studied by Ateşlier. The abovementioned example has similar features with the two of three examples studied by Ateşlier (Ateşlier 2008: 25, 26, Levha 10/A, B). The only difference between our example and those examined by Ateşlier is that the head and neck were decorated with a red glaze in our example. The architectural terracotta fragment AGE 81 is dated to the third quarter of the 6th century BC with its parallels (Ateşlier 2008: 26).

2.2. The Lateral Simas with Lotus: This group is represented with the terracotta fragment AHD 20 (Figure 6) that was found in 2015. The fragment is 12.8 cm high, 21.1 cm wide and 4.4 cm thick. Its clay includes small stones, lime and mica and has a firm structure. The clay is red (10R 4/6). On the topmost part of the terracotta fragment there is a cornice projecting outwards. The cornice is 3.7 cm thick and 2.6 cm high. While the upper part of the cornice was slipped pale yellow (2.5 Y_/2/9), the reddish brown glaze (5YR 3/2) was used on pale yellow slip on the façade of the cornice. There is a row of Ionic cymation below the cornice. This Ionic cymation consists of three well preserved and one partially preserved eggs, and four arrowheads or spearheads decorations. The arrowheads start below the cornice and continue until the end of the eggs. Moreover, the arrowheads go wide below the cornice, become narrow in the middle part of the eggs, and go wide again in the lower parts. Thus, the arrowheads took the shape of a line squeezed on both sides by the eggs. The wider parts of the arrowheads measure 1.2 cm and narrower parts 0.5 cm. They are 4.1 cm high in total. The black glaze was used on a pale yellow slip to paint the arrowheads looking squeezed between two eggs. The eggs were surrounded with 0.9 cm wide and quite thick cups. The shape of the eggs and cups belonging to these eggs are narrow below the cornice but they go wide in the middle parts. The eggs are 2.4 cm wide below the cornices and 3.3 cm wide in the lower parts. The row of the eggs has the height of 4.1 cm in total. The eggs were painted with pale yellow slip and the cups surrounding the eggs were painted with red glaze (7.5R 4/6) on pale yellow slip. Hence, a quite remarkable riot of color was created with the use of different colors, yellow, red, and reddish brown in the egg-and-dart (arrow) row. After the Ionic cymation comes the badly damaged scene part of this plate. The scene has a flat surface and its background was painted with pale yellow slip. A very small part of a petal of a lotus bud was preserved on this scene. The petal is in low relief and painted with red glaze.

During the Serdaroğlu excavations, 100 fragments belonging to the lateral simas with lotus groups were found at Euromos (Ateşlier 2006: 62, Resim 1; Ateşlier 2009: 151; Akkurnaz 2013: 27). Studies conducted on the lateral simas with lotus showed that there are two subgroups (Akkurnaz 2013: 27). The fragment AHD 20 discussed in this paper can be placed in the first group (for the second group see Akkurnaz 2013, 28-29, Figür 2). In the first group, there is a thin cornice projecting outwards on the surface of the plate and a relief of a bag-

[11] Glaze: Paint made from clay.

shaped Ionic cymation immediately below this cornice. In addition, a grooved gargoyle was depicted on the main scene and on the sides there was a lotus relief that has five unopened leaves (Serdaroğlu 1973: 37; Serdaroğlu 1982, 349, Abb. 3; Ateşlier 2006: 62, Resim 1; Ateşlier 2009: 154; Ateşlier 2011: 285-286, Fig. 6; Öztaner 2012: 336, Res. 4; Akkurnaz 2013: 27). The parallels of the bag-shaped Ionic cymation is encountered in Miletus (Ateşlier 2009: 154) and Didyma (Akerström 1966: 110, Taf. 58.1). The closest example to AHD 20 that had the lotus flower and Ionic cymation was discovered again in Euromos (Ateşlier 2011: 286, Fig. 6). The only difference between these two examples is their preservation status. The slip, glaze and decorations of the examples are parallel. With reference to this similar example, the terracotta fragment AHD 20 may be dated to the middle of the 6th century BC (Ateşlier 2011: 289).

2.3. The Frieze with Floral Decorations: This group is represented with the terracotta fragment AGE 82 (Figure 7), which is 9.3 cm high, 7.45 cm wide and 2.5 cm thick. Its clay is in a very loose structure and includes small stones, lime and mica. Its color is light red (2.5 YR 6/8). There is the curved branch frieze on the main scene. Three palmette petals coming out from a center of a triangle and a small part of the spiral motif survived on the scene. There are the remains of less preserved red glaze (10R 4/8) on pale yellow slip (2.5 Y_/2/9).

Although the parallels of this frieze were discovered in Miletus (Zimmermann 2007: 634, Taf. 80. 5; Ateşlier 2009: 154) and Sardis (Ramage 1978: 27, Fig. 88; Ateşlier 2006: 68), the closest example to AGE 82 was found again in Euromos (Ateşlier 2006: Resim 16; Ateşlier 2008: Levha 13/A). This terracotta fragment is dated to the second half of the 6th century BC according to the similar decorations used both on the ceramics (Walter-Karydi 1973: 56. Taf. 70. 545-547) and architectural terracottas (Ramage 1978: 27. Fig. 88).

2.4. The Simas with Partridge Decorations: Three architectural terracotta fragments with partridge decorations were discovered in the excavation campaigns of 2014 and 2015.

The first example of the simas with partridge decoration is the plate fragment AGE 90 (Figure 8) discovered in 2014. This fragment is 7.7 cm high, 13.2 cm wide and 3.8 cm thick. Its light red (7.5R 6/8) clay includes small stones, lime, and mica. The clay has a loose structure. Two partially preserved partridges were depicted consecutively on the plate. The bigger partridge in the front has only a small part of its body and legs survived. The smaller partridge behind has only its body survived. While the pale yellow (2.5 Y_/2/9) slip was used to paint the background of the scene, red (7.5R 4/6) and dark reddish brown (5YR 3/2) glaze was used on pale yellow slip for the details of the partridges. On the backside of the plate, which was painted with pale yellow slip, there is a negative structuring at the level of the bigger partridge because of the molding.

The second example with the partridge is the architectural fragment AHD 19 (Figure 9) which was discovered in 2015. The fragment is 20.6 cm high, 18.8 cm wide and 4.3 cm thick. Its clay is light red (2.5YR 7/6) and has a loose structure. It includes small stones, lime and mica. Two big partridge figures were represented on the plate fragment. The partridges were depicted as they were walking towards right. Except for its head and legs, the partridge on the front was preserved well. The second partridge at the back, however, has only its beak, outer

contours of its neck and its chest survived. Although both partridges are big in size, the one in the front is relatively bigger than the one at the back. While the background of the plate was painted with pale yellow slip (2.5 Y-/2/9), the partridges were painted with black glaze (GLEY 1 – 2.5/N) on pale yellow slip. Especially, the anatomical details were painted with black glaze. The wings and legs of the first partridge were painted with black glaze. In addition, there is a chevron[12] motif on its chest. There is an irregular circular opening (6.7 cm in diameter) for grooving immediately below the level of the first partridge's tail. This opening for grooving and the backside of the plate were painted with pale yellow slip. A negative structuring at the level of the bodies of the partridges was resulted from the positive molding.

The last example of the partridge decoration is represented with the terracotta fragment AHD 11 (Figure 10) that was discovered in 2015. The fragment is 11.7 cm high, 14.6 cm wide and 3.9 cm thick. The clay of the fragment includes small stones, lime and mica and has a firm structure. It was painted light red (10R 6/8). On the topmost of the fragment that has a row of partridges, there is a 3.9 cm thick and 3 cm high cornice projecting outwards. The cornice was painted with dark reddish brown glaze (5YR 3/2) on pale yellow (2.5 Y_/2/9) slip. A bead-and-reel pattern, which is 1.8 cm high, appears immediately below this cornice. The pattern consists of repetitive two reels and a bead row. The beads, which are 2 cm wide and 1.8 cm high, go wide towards the middle part. The reels, 0.3 cm thick, have the same height with the beads. This beads-and-reel pattern was painted with dark reddish brown glaze on pale yellow slip. A plain scene with pale yellow background is immediately below the beads-and-reel pattern. In the scene, there is an elaborately made relief of a partridge figure. It has only its head and the outer contours of its neck survived. Because the head of the partridge starts immediately below the beads-and-reel pattern, the partridge must have been very big in size. It was painted with dark reddish brown glaze on pale yellow slip. Depicted from the profile, the partridge faces right. The backside of the architectural terracotta and the upper part of the cornice left unslipped and unglazed.

As a consequence of the studies conducted on the simas with the partridge decoration from Euromos, two groups were identified. Accordingly, the terracotta fragment AGE 90 can be put in the first group. In this example, a big and a small partridge were represented in way that the small one (behind) follows the other, as if they walk slowly (for similar examples see Akkurnaz 2013: Çiz. 11, Lev. 74, Fig. 1-3). The terracotta fragment AHD 19 can be placed within the second group. In this fragment, however, two big partridges walking one and after the other (for similar examples see Akkurnaz 2013: Lev. 74, Fig. 4-5). Apart from aforementioned examples, the fragment AHD 11 also depicts partridges but it could not be placed in any group because the partridge had only its head survived. Akerström (1966: 117) sees the difference in the partridge size as the result of portraying a family image as they were the mother and her cheeper thus, one is represented bigger than the other. Ateşlier (2006: 68) and Akkurnaz (2013: 336), however, think that they were made in different sizes because of the concern of deepness and perspective in the reliefs rather than drawing a family picture. In the fragment AHD 19, the difference in the sizes of the partridges is very little. The purpose

[12] Chevron: A decorative V-shaped line.

here must have been to adjust the perspective and depth of the reliefs. Therefore, the fragment AHD 19 seems to support the idea of Ateşlier and Akkurnaz.

Moreover, the fragments AGE 90 and AHD 19 must have belonged to a lateral sima while the fragment AHD 11 must have belonged to a raking sima. The reason to come this conclusion is that the AHD 19 had a partially preserved groove and its backside was slipped. In the fragment AGE 90, however, the grooving part is not preserved and the backside was slipped. Therefore, it must have belonged to a lateral sima. There is no sign of a slip on the backside of the fragment AHD 11. In addition, in the fragment AGE 90 among the fragments belonging to the lateral simas, the partridges were walking towards left and the partridges on the fragment AHD 19 were walking towards right. This shows that the fragments belonged to different buildings and facades. If one accepts that the partridges move from the lower part to the upper part in raking simas (Ateşlier 2006: 68), the fragment AHD 11 must have been placed in the left of the pediment because the partridge faces right.

Among the architectural terracottas, it has been easier to date the fragment AHD 11 because it has not only a parallel example found previously at Euromos but also has the bead-and-reel decoration preserved, which is often used as a dating criterion. Euromos (Ateşlier 2006: Resim 17; Ateşlier 2011: Fig. 7) in particular, the other settlements such as Hacıbayramlar (Akkurnaz 2013: Çiz. 12.a, Levha 81, Figür 1-9) and Miletus (Akerström 1966: Taf. 53.4.) yielded the parallels of this bead-and-reel motif. The closest example to our fragment in terms of the cornice, the bead-and-reel motifs and the shape of the partridges, came again from Euromos (Ateşlier 2011: 287, Fig. 7). Thus, the fragment is dated to the 6th century BC with these parallels (Ateşlier 2011: 289).

2.5. The Frieze of the Procession of Gods: This group is represented with the two examples found in 2015. The first example is the architectural fragment AHD 10 (Figure 11). The fragment is 10.1 cm high, 9.2 cm wide and 3.4 cm thick. The clay of the fragment, which is red (10R 6/8), includes small stones, lime and mica. It has a very fine structure. There is a relief of a dog on the plate. While the background of the fragment was painted with pale yellow slip (2.5 Y_/2/9), the dog figure is painted with red (2.5YR 5/8) and reddish dark brown (5YR 3/2) glaze on pale yellow slip. The head and body of the dog were painted with red glaze. The neck, however, was decorated with one red glazed stripe placed between two dark reddish brown glazed stripes. A semicircular concavity between the round eye and eyebrow made them more obvious to distinguish. Raising its head, the dog was depicted from the profile while it was facing right. Although the relief surrounding the dog figure did not survive, similar examples found again in Euromos gave an idea about what that relief would be. In the similar example published by Ateşlier, the fragment belongs to the Procession of Gods and situated below a horse figure (Ateşlier 2011: 283, Fig. 4). Accordingly, the relief that was not preserved well must most probably depict a horse. The raised part above the dog then must be the barrel and the traces in front may belong to forelegs of the horse. The difference between our example AHD 10 and the one published by Ateşlier is in the preservation status and the glaze used in the anatomic details. In the fragment AHD 10, red and reddish dark brown glaze was used on pale yellow slip. In the other one, however, reddish dark brown glaze was only used on pale yellow slip. Furthermore, the pale yellow slip was

used alone in the similar example published by Ateşlier instead of the red stripe on the neck and red glaze on the head in the fragment AHD 10. The architectural terracotta fragment AHD 10 is dated to the middle of the 6th century BC with this abovementioned parallel (Ateşlier 2011: 289).

The second example that we can include in the group of the Gods' Procession is the architectural terracotta fragment AHD 16 (Figure 12). The fragment is 9.9 cm high, 11.4 cm wide and 2.5 cm thick. Its clay is light red (2.5YR 6/8) and includes small stones, lime and mica. A small-survived part of this plate depicts a scene of a chariot moving right. On the front side of the scene that was painted with pale yellow slip (2.5 Y_/2/9), a human figure in the chariot and a small part of the horse's tail were preserved. The tail seems to be preserved only from the part that attaches the body to the middle part and painted. It is painted with dark reddish brown (5YR 3/2) on pale yellow slip. The front wing of the chariot was survived partially at the back part next to the tail. As it was preserved from up to downwards, the front wing forms a triangular that was painted with pale yellow slip. Although it did not survive well, there is decoration painted with a dark reddish brown glaze close to the part where the wing was broken. However, it could not be determined that what kind of a figure that decoration would be. In the interior part of the chariot's wing, there is the double stripes appearing close to the end of the wing and continuing upwards. A human figure in the chariot, which survived partially, seems to hold these stripes with his/her hand. Draped with a thick garment, this figure only has his lower part of the body and right hand survived. Represented as thick and simple, the garment was painted with dark reddish brown glaze on pale yellow slip. A decoration of a dot painted with black glaze in a pale yellow slipped rectangular was horizontally placed where the garment ends. There is the clenching right hand of the figure on the garment, which was painted with pale yellow slip.

The closest example to the architectural terracotta fragment AHD 16 was again found in Euromos (Ateşlier 2011: 281, Fig. 2). Even the breaking points of the figure on the chariot and the upper parts of the horse's tail are almost same. The differences between the similar example and the fragment AHD 16 are in the preservation status, the shape of the garment and the colors of glaze used in the same parts (for instance, the different colored glazes used on the carriage of the chariot and a part of the garment). The architectural terracotta fragment AHD 16 is dated to the middle of the 6th century BC with the abovementioned parallel (Ateşlier 2011: 289).

2.6. The Antefixes Group: This group is represented with the sole example, the architectural terracotta fragment AAA 75 (Figure 13), which was discovered in the sanctuary in 2015. This antefix is 11.8 cm high, 9.7 cm wide and 3.4 cm thick. The clay has a loose structure and includes small stones and lime. This fragment is in a pentagon shape and decorated with the curved branch and palmette decorations. Its clay color is red (10R 4/6). The upper and right parts of the fragment are missing. The frame, which supposedly would start from the upper corners, incline downwards, and then continue vertically, did not survive. Nevertheless, the volute inside was preserved. It goes parallel to frame from above, makes its spiral inwards from the point where the frame changes its course. The thickness of the straight line that makes the volute is 1 cm thick; it becomes 1.2 cm where volute makes its spiral. In the point

where the volute ends, this line becomes up to 1.5 cm thick. The antefix must have had two volutes opposing each other and the palmette leaves must have filled between volutes. However, only a small part of the palmette leaves was preserved near volute on the left. The frame surrounding the antefix, which is 1.4 cm thick in the lowest part, inclines backwards in accordance with the raking roof profile. The background of the antefix is painted with pale yellow (2.5 Y_/2/9) slip. The dark reddish brown (5YR 3/2) glaze was used to paint the lower frame and the volute line. The roughly shape backside of the antefix does not have any traces of slip or glaze.

Among the antefixes discovered Euromos, four groups were identified (Akkurnaz 2013: 33): antefixes with the frontally depicted gorgon head relief at the center (Ateşlier 2006: Resim 4); antefixes with frontally represented lion head (Akkurnaz 2013: 33); antefixes with lotus flower having five petals (Akkurnaz 2013: Levha 2, Figür); antefixes with the curved branch and palmette decorations (Ateşlier 2009: Resim 1). Our fragment AAA 75 is in the group of antefixes with the curved branch and palmette decorations. The closest examples to this fragment came from Euromos particularly (Ateşlier 2006: Resim 4; Ateşlier 2009: Resim 1) and Miletus (Akkurnaz 2013: 33). The architectural terracotta fragment is dated to the second half of the 6th century BC with these parallels.

3. GENERAL OVERVIEW AND CONCLUSIONS

In the scope of this paper, nine architectural terracotta fragments were examined in terms of the clay, slip, glaze colors, production techniques, functions, and decoration systems. In addition, analogical studies were conducted between these fragments and the similar previously discovered finds in Euromos and the other settlements.

The structure and the color of the clay used in the architectural terracottas, which constitutes the main subject of this study, showed differences that could be detected even with bare eyes. While the color and the quality of the clay vary, the most remarkable examples were the fragments AHD 10 and AHD 16. The clay used in both fragments are of a much higher quality than the other examples. The explanation to this would be that these two fragments belong to the frieze of gods' procession so they were made elaborately. Although the high quality of the clay confirms the importance of the "Frieze of the Procession of Gods," one should always be careful about the preliminary nature of this study. The more conclusive results can be obtained by the further clay analysis conducted on the fragments.

The colors of the architectural terracotta fragments were defined according to *Munsell Soil Color Charts*[13]. While these fragments appear to us in the different tones of red, two clearly distinguished color tones, red and light red were identified. The fragments AHD 20 and AAA 75 were painted in red. The other fragments, however, were painted with light red colors that were in similar tones.

Although the color of the slip did not change in the examples, the tones of the glaze used on the decorations and figures showed differences. This was probably due to mistakes occurred

[13] Munsell Soil Color Charts: The color scheme designed by Albert Henry Munsell. It is used to determine clay, slip and glaze colors of ceramic finds.

during the firing process and the lack of the enhanced kilns that would minimize the errors and distribute the heat equally and steadily. The backgrounds of all the fragments presented in this paper were painted with pale yellow. Like in the eggs of the fragment AHD 20, this color was sometimes used in order to form a contrast between the decorations. The red and black glazes were used in various tones to paint the decorations and figures. The observations on the use of slip and glaze provided important information. While the slip was used on the backsides of the fragments AGE 90, AHD 19, and AHD 20, the other fragments do not have slip on their backsides. These three fragments were used in the lateral simas whereas the others belonged to the raking simas or friezes. It is natural that the backsides of the lateral sima fragments were slipped because they were the visible parts to the eye so that they had to look nice. In addition, they were open to the wearing effects of the nature (rains, winds, etc.), thus, they had to be slipped in order to protect them. In the friezes and the raking sima plates, however, the slip was not needed on the backsides because they were neither visible nor open to the natural conditions.

The observations made on the production techniques and process of the architectural terracottas proved fruitful as well. In the fragments AGE 90 and AHD 19 with the partridge decorations, a negative structuring was detected on the backsides of the fragments at the level of the bodies of the partridges. There were no such concavities in the other parts around the partridges. This shows us that the positive molding was used on the backside while the negative molding was used on the front side of these terracotta plates. The other architectural terracotta fragments have flat surfaces on their backsides and do not have such concavities at all. This indicates that the negative molding was used to produce these terracottas. Consequently, both the negative and positive molding were applied in terracottas that would be in high relief while the negative molding was used only in low reliefs. Moreover, a gargoyle was added later to the fragment AHD 19 with partridge decoration. On the lower part, an opening, which is 6.7 cm in diameter, is seen at the level of one of the partridge's tail. The lower part of this opening did not survive. The opening is not in regular circle but has a "U" shape and can be regarded as the attaching point for the gargoyle. The gargoyle was made separately and placed before the clay was dried (for more on the attaching the grooved gargoyle to the plate see Akkurnaz 2013: 423).

The antefix fragment AAA 75 which was found in 2015 is an example for the roofing systems with antefixes. Apart from the Euromos (Ateşlier 2006: 64, Fig. 5), similar antefixes giving information about the roof systems were found in Miletus (Akerström 1966: 103, Abb. 32) and Ostbau (Schneider 1990: 213, 216, Fig. 3, 5, Pl. 27. A). The fragments AGE 90 and AHD 19 with partridge decorations and the fragment AHD 20 with lotus decoration are the examples of the roofs with the lateral simas. In addition to Euromos, parallels of these terracotta fragments came from Hacıbayramlar, Miletos and Koranza (Akkurnaz 2013: 452). Consequently, two different roofing systems, at least, as one being with antefixes and the other with lateral simas, were identified in the Archaic period sanctuary of Euromos in the light of abovementioned examples.

The architectural terracotta fragments belong to three different buildings in total. As previously mentioned, the fragments AGE 90 and AHD 20 belonged to the lateral simas and

the fragment AAA 75 is an antefix. The lateral simas and antefixes cannot be in one building at the same time. Therefore, there must be two different buildings. If one considers that the same decorations were used in a repetitive way in the lateral simas, it is highly unlikely that the lateral simas with different decorations would be used together in one building. Accordingly, the fragments AGE 90 and AHD 19 have partridge decorations while the fragment AHD 20 has lotus flower decoration. Thus, this indicates us the existence of a third building.

Various scenes were represented on the architectural terracotas used for both decorative and functional purposes. It is not illogical to think that these scenes give information about the function and importance of the building that they belong to. It is also possible that they would simply follow the fashion of that period. The fragments AHD 10 and AHD 16 have different features compared to other fragments in terms of their clay and the subjects they represent. They must have been for a more important building than the other examples. However, this remains only as an assumption with the evidence in hand, as these architectural terracottas were found in the bothros[14] and on the surface. To sum up, in the light of the fragments studied in this paper, it is not possible come a clear about whether these fragments belonged to a temple or not. Nevertheless, Euromos (Serdaroğlu 1971: 48; Serdaroğlu 1973: 37; Serdaroğlu 1982: 349-350, Abb. 3-4; Ateşlier 2006; Ateşlier 2008; Ateşlier 2009; Ateşlier 2011; Ateşlier 2011) in particular, the other settlements like Panionion (Lohmann 2007: 577, 586, Fig. 4; Lohmann 2008: 269-270), Amyzon (Robert 1983: 63, Res. 35), Didyma (Akerström 1966: 110-114, Taf. 56-58; Tuchelt 1987: 41, Abb. 2), Miletus (for the finds discovered in the Sanctuary of Artemis at Kalabaktepe see Akerström 1966: 103, Abb. 32, Taf. 53. 4, 54.1; for the finds discovered in the Sanctuary of Aphrodite Oikos at Zeytintepe see Zimmermann 2007: 634, Taf. 80.5; Graeve 2008: 345, Res. 1-2; for the finds discovered in the Sanctuary of Athena see Weickert 1960: 89, 96, Taf. 81. 2; Graeve 2005: 41-44, Abb. 4-10) and Hacıbayramlar (Akkurnaz 2013: 491) yielded similar examples associated with the religious structures.

The evidence in hand is not enough to talk about a workshop for producing terracottas at Euromos. Researching on the materials of Euromos and Miletus, Ateşlier (2011: 123) thinks that there seems to be a unity between these two settlements in terms of workshop and architectural terracottas and they are related with each other in the production. Ateşlier (2009: 157) explains this relation with the itinerary workshops coming from Miletus to Karia. If one considers the production of small finds and building activities of Miletus, Ateşlier may be right. As matter of fact, the relations between Euromos and Miletus were not limited only to the terracottas, they were also connected with each other in cultic activities. The existence of the Lepsynos cult in Miletus is known. It is even claimed that this cult came from Miletus to Euromos (Sina 2002: 51). In the view of such information, it is very likely that the architectural terracottas of Euromos were produced under the influence of Miletus.

[14] Bothros: It is the name given to the pits that serve different purposes that opened to the normal ground in ancient times.

Considering the decoration system, the architectural terracotta fragments studied in this paper are dated to the second half of the 6th century in the light of the analogical studies conducted on the parallels of these fragments.

BIBLIOGRAPHY

Âkerström, Â., *Die Architektonischen Terrakotten Kleinasiens.* Lund, 1966.

Akkurnaz, S., *Hacıbayramlar Arkaik Dönem Mimari Terrakottaları,* Unpublished PhD Thesis, Adnan Menderes University, The Institute of Social Sciences, Aydın, 2013.

Akkurnaz, S., *Hacıbayramlar Buluntuları Bağlamında Arkaik Dönem Mimari Terrakottalarını Değerlendirme Yöntemleri*, 4. Uluslar arası Pişmiş Toprak Sempozyumu. 29-45, Eskişehir, 2010.

Ateşlier, S., The Archaic architectural terracottas from Euromos and some cult signs, BOREAS 32, 279-290, 2011.

Ateşlier, S., *Euromos Arkaik Mimari Terracottaları (Arkaik Tapmak Üzerine Düşünceler)*, Araştırma Sonuçları Toplantısı 28/3, 123-137, Ankara, 2011.

Ateşlier, S., *Euromos Arkaik Mimari Terrakottaları*, Araştırma Sonuçları Toplantısı 26/2. 151-158, Ankara, 2009.

Ateşlier, S., *Euromos (Milas-Selimiye) Antik Kentinde Bulunmuş Olan Arkaik Çağ Mimari Terrakottaları (Pişmiş Toprak Mimari Çatı Elamanları) Üzerine Arkeolojik Araştırma* (TUBİTAK projesi Sonuç Raporu), Aydın, 2008.

Ateşlier, S., Euromos Arkaik Mimari Terrakottaları Üzerine İlk Gözlemler [First Preliminary Report on the Archaic Architetural Terracottas from Euromos], ArkDer 8, 59-78, 2006.

Buzzi, S., *Die Architektonischen Terrakotten aus Düver,* Zürich, 1999.

Cook, R.M. ve Dupont, P., *East Greek Pottery*. London, 1998.

Cook, R.M., Fikellura Pottery, *The* Annual of the British School at Athens 34, 1-98, 1933-1934.

Erhat, A., *Mitoloji Sözlüğü*, İstanbul, 2015.

Glendinning, M. R., A Mid-Sixth-Century Tile Roof System at Gordion, Hesperia 65, 99-119, 1996.

Glendinning, M. R., *Phrygian Architectural Terracottas at Gordion,* University of North Carolina, 1996.

Graeve, V., 2006 Yılı Milet Çalışmaları, Kazı Sonuçları Toplantısı 29/3, 343-360, Ankara, 2008.

Graeve, V., Funde aus Milet. Fragmente von Bauskulptur aus dem Archaischen Aphrodite-Heiligtum, AA 2005/2, 41-48, 2005.

Graeve, V., Milet 1989, IstMitt Band 40, 37-78, 1990.

Koldewey, R., *Neandria,* Berlin, 1891.

Lohmann, H., Rescue Excavation of the Archaic Panionion in the Mycale (Dilek Dağları): 2nd Campaign, Kazı Sonuçları Toplantısı 29/2, 265-280, Ankara, 2008.

Lohmann, H., The Discovery and Excavation of the Archaic Panionion in the Mycale (Dilek Dağları), Kazı Sonuçları Toplantısı 28/2, 575-590, Ankara, 2007.

Mellink, M.J., Archaeology in Asia Minor, AJA 76, 165-188, 1972.

Öztaner, S. H., Euromos Zeus Tapınağı, Anadolu/Anatolia Ek Dizi III.2, 335-336, 2012.

Özyiğit, Ö., Antik Çatılarda Dere Kiremitleri, Arkeoloji-Sanat Tarihi Dergisi IV, 101-116, 1988.

Ramage, A., *Lydian Houses and Architectural Terracottas,* Cambridge, 1978.

Robert, M. L., *Fouilles D'Amyzon en Carie, Commission des Fouilles et Missions Archeologiques au Ministere des Relations Exterieures,* Paris, 1983.

Saltuk, S., *Arkeoloji Sözlüğü*, İstanbul, 1993.

Serdaroğlu, Ü., Bautatigkeit in Anatolien unter der persischen Herrschaft, Palast und Hütte, Beitrage zum Bauen und Wohnen im Altertum von Archaologen, Vor- und Frühgeschichtlem, Tagungsbeitrage eines Symposiums der Alexander von Humboldt-Stiftung (Eds: D. Papenfuss-V. M. Strocka), Bonn-Bad Godesberg, veranstaltet vom 25.-30. November 1979 in Berlin, Mainz am Rhein, 347-356, 1982.

Serdaroğlu, Ü., Euromos. 1971-1972, AnatSt 23, 36-37, 1973.

Serdaroğlu, Ü., "Euromos. 1969-1970, AnatSt 21, 47-48, 1971.

Sina, A., *Karia Tanrıları ve Kültleri,* Unpublished PhD Thesis, Ankara University, The Institute of Social Sciences, Ankara, 2002.

Tuchelt, K., *Bericht Über Die Arbeiten Der Didyma-Grabung 1985/86*, Kazı Sonuçları Toplantısı 8/2, 39-45, Ankara, 1987.

Walter-Karydi, E., *Samische Gefässe des 6. Jahrhunderts v. Chr,* Bonn, 1973.

Weickert, C., Die Ausgrabung beim Athena-Tempel in Milet 1957, Istmitt Heft 9/10 1959-60, 1-96, 1960.

Zimmermann, K., *Frühe Dachterrakotten aus Milet und dem Pontosgebiet*, Frühes Ionien: Eine Bestandsaufnahme; Panionion-Symposion Güzelçamlı, 26th of September to 1st of October 1999. Milesische Forschungen Band 2, 631-636, 2007.

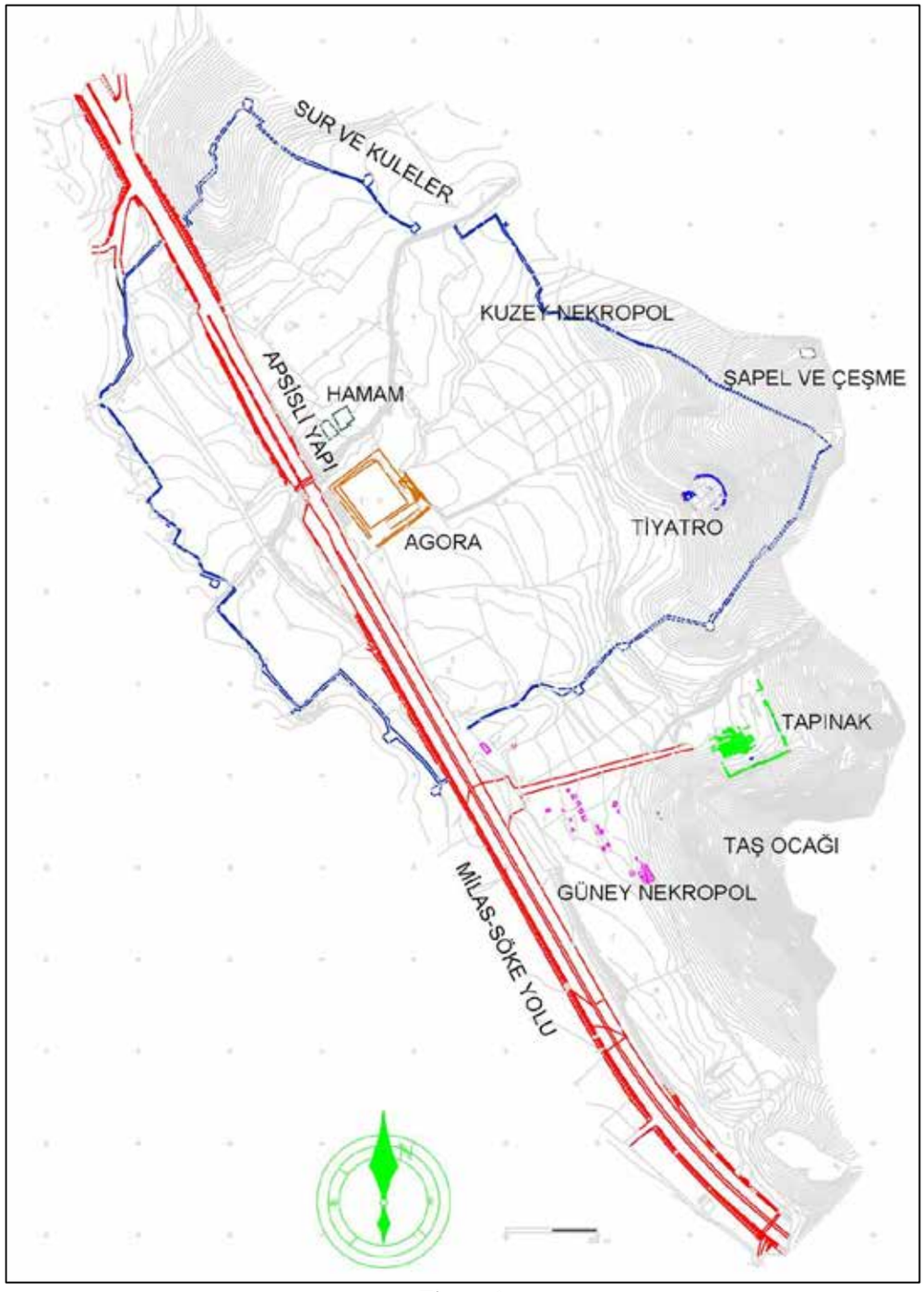

SUR VE KULELER
KUZEY NEKROPOL
ŞAPEL VE ÇEŞME
APSISLI YAPI
HAMAM
AGORA
TİYATRO
TAPINAK
TAŞ OCAĞI
GÜNEY NEKROPOL
MİLAS-SÖKE YOLU

Figure 1

Figure 2

Figure 3

Figure 4

Figure 5

Figure 6

Figure 7

Figure 8

Figure 9

Figure 10

Figure 11

Figure 12

Figure 13

BİLDİRİ

EUROMOS ZEUS LEPSYNOS KUTSAL ALANINDA (2014 VE 2015 YILLARINDA) ELE GEÇEN BİR GRUP MİMARİ TERRAKOTTA

Taylan DOĞAN[1]

[1] Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölümü, Muğla / TÜRKİYE

ÖZET

1969-75 yılları arasında Euromos Zeus Lepsynos Kutsal Alanı'nda gerçekleştirilen kazı çalışmaları sonucunda, ortaya çıkarılan yaklaşık 800 mimari terrakotta parçası ile Anadolu'nun en büyük mimari terrakotta konteksine sahip kentte, 39 yıl aradan sonra 2014 yılından itibaren tekrar kazı çalışmalarına başlanmıştır. 2014 ve 2015 yılarında ele geçen dokuz adet mimari terrakotta bu çalışmanın kapsamını oluşturmaktadır. Buluntular üzerinde yapılan detaylı araştırmalar sonucunda, bezeme sistemi ve işlevleri dikkate alınarak, altı grup tespit edilmiştir. Mimari terrakottaların yapımında kullanılan kil, kırmızı ve açık kırmızı renktedir. Mimari terrakottaların arka planlarının boyanmasında soluk sarı renk kullanılırken, bitkisel ve figüratif öğelerin boyanmasında siyah, kırmızı ve kırmızımsı kahverengi kullanılmıştır. Buluntuların bezeme sistemi ve işlevlerinden hareketle, bunların üç farklı yapıda kullanıldıkları tespit edilmiştir. Antefiks ve Yanal Sima parçalarının varlığı ise kutsal alanda yer alan yapıların "Antefiksli Çatı ve Yanal Simalı Çatı" olmak üzere iki farklı çatı sistemine sahip olduklarına işaret etmektedir. Miletos etkisinde üretildiği düşünülen mimari terrakottaların gezici atölyeler tarafından yapıldıklarını belirtmek mümkün görünmektedir. Amyzon, Didyma, Hacıbayramalar ve Panionion gibi diğer buluntu merkezleri dikkate alındığında ve Euromos buluntularının da kutsal alanda ele geçmesi bunların dini yapılarla ilişkili olabileceğine işaret etmektedir. Benzer buluntulardan hareketle Euromos mimari terrakottalarını MÖ 6. yüzyılın ikinci yarına tarihlemek mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Euromos, Zeus Lepsynos, Kutsal Alan, Arkaik, Mimari Terrakotta.

1. GİRİŞ

Mimari terrakottalar, Antik Dünya'nın birçok yerleşim yerinde ele geçmekle birlikte, Anadolu'da da hatırı sayılır sayıda ele geçmişlerdir. Akalan, Amyzon, Assesos, Assos, Daskyleion, Didyma, Düver, Gordion, Hacıbayramlar, Kebren, Koronza, Larissa, Midas Şehri, Miletos, Neandreia, Pazarlı, Pergamon, Phokaia ve Sardes mimari terrakottaların ele geçtiği Anadolu'daki başlıca merkezlerden bazılarıdır (Akkurnaz 2010: 36; Akkurnaz 2013: Harita 2.). Ancak yayınlanan örnekler ışığında yaklaşık 800 parça (Ateşlier 2011: 279.) ile en büyük konteksin Euromos'dan ele geçtiğini belirtmek yanlış olmasa gerektir[1].

Euromos'tan ele geçen mimari terrakottaların ilk örnekleri, 1969-75 yılları arasında, kentte ilk defa kazı ve restorasyon çalışmalarını sürdüren Prof. Dr. Ümit Serdaroğlu tarafından tapınağın kuzeybatısındaki bir sondajda ortaya çıkarılmışlardır (Serdaroğlu 1971: 48;

[1] Bu çalışma Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi tarafından 16/071 no'lu ve Euromos Zeus Lepsynos Tapınağı isimli proje kapsamında desteklenmiştir.

Serdaroğlu 1973: 37; Serdaroğlu 1982: 351; Mellink 1972: 182; Ateşlier 2011: 279.) (Görsel 1-3). Doç. Dr. Suat Ateşlier tarafından çalışılan (Ateşlier 2006, 2008, 2009, 2011, 2011.) malzeme, merkez akrotere[2] ait 10, alınlık kabartmasına ait 4, alınlık simasına[3] ait 73, antefikslere[4] ait 51, hayvan frizine ait 12, kalypterlere[5] ait 29, kentauros[6] frizine[7] ait 63, kıvrık dal frizine ait 106, İon kymalarına[8] ait 66, stroterlere[9] ait 16, tanrılar tören alayı frizine ait 188, yanal simalara ait 100 ve 24 adet tartışmalı parça olmak üzere toplam 742 adet parçadan oluşmaktadır (Ateşlier 2009: 151.).

Bu çalışma kapsamında, Serdaroğlu dönemi kazılarında ele geçen örnekler ele alınmamış, ancak yer yer konuyla ilişkili olarak söz konusu buluntulara değinilmiştir. Çalışmanın kapsamını, 2014 yılında Serdaroğlu dönemi kazılarına ait bir seramik çöplüğünden (Görsel 4) ele geçen üç (AGE 81[10], AGE 82 ve AGE 90), 2015 yılında yukarıda bahsi geçen 742 adet mimari terrakottanın ele geçtiği sondajda yapılan kesit düzeltme çalışmalarında (Görsel 3) beş (AHD 10, AHD 11, AHD 16, AHD 19 ve AHD 20) ve tapınağın kuzeyinde yüzeyde bir adet (AAA 75) olmak üzere toplam dokuz adet mimari terrakotta parçası oluşturmaktadır.

Malzeme üzerine yaptığımız incelemeler sonucunda, mimari terrakottalar üzerinde işlenen konu farklıları ve mimari terrakottaların işlevleri dikkate alınarak altı grup belirlenmiştir.

2. KONU VE İŞLEV FARKLILIKLARINA GÖRE BELİRLENEN GRUPLAR

2. 1. Hayvan Frizi: Bu grup, 2014 yılında ele geçen AGE 81 kodlu mimari terrakotta parçası ile temsil edilmektedir (Görsel 5). Parçanın yüksekliği, 10, 4 cm, genişliği 12, 3 cm ve kalınlığı 2, 6 cm olarak ölçülmüştür. Taşçık, kireç, mika katkılı hamur, gevşek bir yapıya sahip olup, açık kırmızı renktedir (2.5 YR 6/8). Parça üzerinde kabartma tekniğinde yapılmış bir geyik figürünün baş, boyun ve sırt kısmının çok az bir kısmı korunabilmiştir. Oldukça aşınmış olması nedeniyle yüz detayları seçilememektedir. Kulakları ve gözleri korunamayan geyiğin, ağız kısmı korunmakla birlikte, oldukça aşınmıştır. Sırt kısmında şans eseri küçük bir bölümün korunmuş olması durumu, geyiğin arkasına dönerken betimlendiğine işaret etmektedir. Arka planda yalnızca soluk sarı renk astar kullanılırken, geyiğin bezenmesinde soluk sarı renk astar (2.5 Y_/2/9) üzerine kırmızı firnis[11] (10R 4/8) kullanılmıştır.

---

[2] Akroter: Bir antik alınlığın tepesine (merkezine) ve iki köşesine yerleştirilen süsler (Saltuk 1993, 18).
[3] Sima: Antik Yunan mimarisinde saçak boyunca uzanan yağmur suyu oluğu (Saltuk 1993, 161).
[4] Antefiks: Antik yapılarda çatıdaki kiremitlerin bitim noktalarını örten, saçak boyunca ve çörtenler arasında uzanan mermer veya pişmiş topraktan yapılmış süslere verilen isim (Saltuk 1993, 25).
[5] Kalypter: Kapama kiremidi (Özyiğit 1988, 102).
[6] Kentauros: At adam. Yarısı insan yarısı hayvan olan yaratık (Erhat 2015, 170).
[7] Friz: Antik mimarlıkta korniş ile arşitrav arasında kalan ve çoğunlukla kabartmalarla ya da heykeltıraşlık eserlerle süslü yatay kısım (Saltuk 1993, 67).
[8] Kymation: Antik mimarlıkta kullanılan, üsluplaştırılmış motiflerden oluşan bir çeşit süs kuşağına verilen isim (Saltuk 1993, 108).
[9] Stroter: Düz kiremit (Özyiğit 1988, 102).
[10] Metin içinde "AGE 81" gibi kullanılan kısaltmalardan harfler, buluntuların ele geçtiği kontekst veya tabakanın ismini, sayılar ise buradan ele geçen buluntu sırasını tanımlamaktadır. Söz konusu harf ve sayılar kazı çalışmalarında ele geçen binlerce buluntunun karışmasını engellemekte ve gerek tabaka gerekse buluntular için kimlik görevi üstlenmektedir.
[11] Firnis: Boya kili (Saltuk 1993, 64).

Başını arkaya dönme pozisyonuna Arkaik dönemde özellikle seramikler üzerinde sıkça rastlamak mümkündür (Cook-Dupont 1998: Figure 8.3, 8.14, 8.20; Cook 1933/1934: Fig. 19 B I a, Plate 3/a.). Geyik figürünün benzer örnekleri daha önce Serdaroğlu dönemi çalışmalarında ortaya çıkarılmış ve söz konusu örnekler Ateşlier tarafından çalışılmıştır. Örneğimiz, Ateşlier tarafından ele alınan üç geyik figüründen ikisi ile benzerlik göstermektedir (Ateşlier 2008: 25, 26, Levha 10/A, B.). Örneğimizin, diğer örneklerden tek farkı boyun ve başın tamamen kırmızı firnis ile boyanmış olmasıdır. Benzer örneklerden hareketle AGE 81 kodlu mimari terrakotta parçasını MÖ 6. yüzyılın 3. çeyreğine tarihlemek mümkün olmuştur (Ateşlier 2008: 26.).

2. 2. Lotuslu Yanal Simalar: Bu grup, 2015 yılında ele geçen AHD 20 kodlu mimari terrakotta parçası ile temsil edilmektedir (Görsel 6). Parçanın yüksekliği 12, 8 cm, genişliği 21, 1 cm ve kalınlığı 4, 4 cm olarak ölçülmüştür. Taşçık, kireç ve mika katkılı hamur, sıkı bir yapıya sahiptir. Hamur rengi kırmızıdır (10R 4/6). Mimari terrakotta parçasının en üst kısmında dışarı doğru çıkık bir pervaz yer almaktadır. Bu pervaz 3, 7 cm kalınlığında ve 2, 6 cm yüksekliğindedir. Pervazın üst kısmında soluk sarı renginde bir astar (2.5 Y_/2/9) yer alırken, cephe kısmında soluk sarı rengindeki astarın üzerine koyu kırmızımsı kahverengi (5YR 3/2) firnis kullanılmıştır. Pervazın altında bir İon kymationu dizisi yer almaktadır. Söz konusu İon kymationu, üç tanesi iyi korunmuş ve bir tanesinin oldukça az bir kısmı korunabilmiş dört yumurta ile dört ok veya mızrak ucu olarak nitelendirilen bezemeden oluşmaktadır. Oklar pervazın altından başlar ve yumurtaların bitimine kadar devam etmektedirler. Oklar pervaz altında geniş, yumurtaların orta kısmına denk gelen kısımda dar ve aşağıya doğru tekrar genişlemektedir. Bu haliyle yumurtalar tarafından iki taraftan sıkıştırılmış bir çizgi biçimini almaktadırlar. Okların geniş kısımları 1, 2 cm, dar kısımları 0, 5 cm ve toplam uzunlukları ise 4, 1 cm'dir. İki yumurta arasında sıkışmış bir görüntü veren okların boyanmasında soluk sarı astar üzerine siyah firnis kullanılmıştır. Yumurta dizisinde yer alan yumurtalar 0,9 cm genişliğinde kalınca bir çanak ile çerçevelendirilmişlerdir. Yumurta ve buna bağlı olarak çanaklar pervaz altında dar bir yapıya sahip iken, ortalara doğru genişlemektedir. Yumurtalar pervaz altında 2, 4 cm, alt kısımda ise 3, 3 cm genişliğe sahiptir. Yumurta dizisinin toplam yüksekliği 4, 1 cm'dir. Yumurtalar soluk sarı renginde astar ile boyanırken, yumurtayı çevreleyen çanak soluk sarı astar üzerine kırmızı firnis (7.5R 4/6) ile boyanmıştır. Böylelikle sarı, kırmızı ve koyu kırmızımsı kahverengi renkleriyle yumurta ok dizisinde oldukça dikkat çekici bir renk cümbüşü sağlanmıştır. İon kymationu'ndan sonra oldukça az bir kısmı korunan plakanın sahne kısmı gelmektedir. Düz bir yapıya sahip sahne kısmının arka planı soluk sarı renk ile astarlanmıştır. Sahne üzerinde kırmızı firnis ile boyanmış ve alçak kabartma olarak yapılmış bir lotus tomurcuğuna ait dış yaprağın ucunun küçük bir kısmı korunabilmiştir.

Lotus çiçeği bezekli yanal simalara ait 100 parçanın, Serdaroğlu dönemi kazı çalışmalarında Euromos'tan ele geçtiği bilinmektedir (Ateşlier 2006: 62, Resim 1; Ateşlier 2009: 151; Akkurnaz 2013: 27.). Lotus çiçeği bezekli yanal simalar üzerinde yapılan incelemeler sonucunda, iki farklı grubun varlığı saptanmıştır (Akkurnaz 2013: 27.). Burada değerlendirmeye aldığımız AHD 20 kodlu örneği birinci grup içinde değerlendirmek mümkündür (İkinci grup için bkz. Akkurnaz 2013, 28-29, Figür 2.). Bu grupta, plaka

yüzeyinde, üstte öne çıkıntı yapan ince bir pervaz, hemen onun altında kabartma işlenmiş torba biçimli İon kymationu, ana sahnede ortada oluklu çörten ve yanlarda kabartma işlenen açılmamış beş yaprağa sahip lotus çiçeği yer almaktadır (Serdaroğlu 1973: 37; Serdaroğlu 1982, 349, Abb. 3; Ateşlier 2006: 62, Resim 1; Ateşlier 2009: 154; Ateşlier 2011: 285-286, Fig. 6; Öztaner 2012: 336, Res. 4; Akkurnaz 2013: 27.). Plaka üzerinde yer alan torba biçimli İon kymationlarının benzer örneklerini Miletos (Ateşlier 2009: 154.) ve Didyma'da (Akerström 1966: 110, Taf. 58.1.) da görmek mümkündür (Akkurnaz 2013: 27.). Lotus çiçeği ve İon kymationu bezemesinin işlendiği AHD 20 kodlu örneğe en yakın örnek yine Euromos'tan ele geçmiştir (Ateşlier 2011: 286, Fig. 6.). İki örnek arasındaki tek fark parçaların korunma durumudur. Kullanılan astar, firnis ve bezemelerin yapısı paralellik göstermektedir. Benzer örnekten hareketle AHD 20 kodlu mimari terrakotta parçasını MÖ 6. yüzyılın ortalarına tarihlemek mümkündür (Ateşlier 2011: 289.).

2. 3. Bitkisel Bezekli Friz: Bu grup, 2014 yılında AGE 82 kodlu mimari terrakotta parçası ile temsil edilmektedir (Görsel 7). Parçanın yüksekliği 9, 3 cm, genişliği 7,45 cm ve kalınlığı 2, 5 cm olarak ölçülmüştür. Taşçık, kireç ve mika katkılı hamur, oldukça gevşek bir yapıya sahip olup, açık kırmızı renktedir (2.5 YR 6/8). Parçanın ana sahnesinde kıvrık dal frizi işlenmiştir. Sahne üzerinde merkezi üçgen motifi içinden çıkan üç adet palmet yaprağı ve spiral motifin küçük bir bölümü korunabilmiştir. Soluk sarı renk astar (2.5 Y_/2/9) üzerine çok az korunmuş kırmızı renkte (10 R 4/8) firnis kalıntıları yer almaktadır.

Bitkisel bezekli friz plakalarının benzer örneklerini Miletos (Zimmermann 2007: 634, Taf. 80. 5; Ateşlier 2009: 154.) ve Sardes'te (Ramage 1978: 27, Fig. 88; Ateşlier 2006: 68.) de görmek mümkün ise de AGE 82 kodlu mimari terrakotta plakasının en yakın örnekleri yine Euromos'tan gelmektedir (Ateşlier 2006: Resim 16; Ateşlier 2008: Levha 13/A.). Gerek seramikler (Walter-Karydi 1973: 56. Taf. 70. 545-547.), gerekse mimari terrakotta üzerinde kullanılan benzer motifler (Ramage 1978: 27. Fig. 88.), örneğimizin MÖ 6. yüzyılın ikinci yarısına ait olduğunu göstermektedir.

2. 4. Keklik Betimli Simalar: 2014 ve 2015 yılları çalışmalarında keklik betimli mimari terrakottalara ait üç örnek ele geçmiştir.

Keklik betimli mimari terrakotta parçalarından ilki, 2014 yılında ele geçen AGE 90 kodlu levhadır (Görsel 8). Parçanın yüksekliği 7, 7 cm, genişliği 13, 2 cm ve kalınlığı 3, 8 cm olarak ölçülmüştür. Taşçık, kireç ve mika katkılı hamur, gevşek bir yapıya sahip olup, açık kırmızı renktedir (7.5R 6/8). Plaka üzerinde, tamamı korunamayan iki adet keklik figürü yer almaktadır. Bir büyük ve bir küçük olmak üzere peş peşe dizilen kekliklerden öndeki büyük kekliğin gövde ve ayaklarının bir kısmı, arkadaki küçük kekliğin ise gövde kısmı korunabilmiştir. Sahnenin arka planında soluk sarı (2.5 Y_/2/9) astar kullanılırken, kekliklerin detaylandırmasında soluk sarı astar üzerinde kırmızı (7.5R 4/6) ve koyu kırmızımsı kahverengi (5YR 3/2) firnis kullanımı söz konusudur. Plakanın arka kısmı soluk sarı astar ile boyanmış olup, öndeki kekliğin gövde kısmına denk gelen yerde kalıptan kaynaklanan negatif bir yapılanma söz konusudur.

Keklik betimli ikinci örneğimiz ise, 2015 yılında ele geçen AHD 19 kodlu mimari terrakotta parçasıdır (Görsel 9). Parçanın yüksekliği 20, 6 cm, genişliği 18, 8 cm ve kalınlığı 4, 3 cm

olarak ölçülmüştür. Taşçık, kireç ve mika katkılı hamur, gevşek bir yapıya sahip olup, açık kırmızı renktedir (2.5YR 7/6). Keklik dizisinin yer aldığı plaka parçası üzerinde iki adet büyük boyutlu keklik figürü yer almaktadır. Keklikler sağa doğru yürür biçimde betimlenmişlerdir. Öndeki kekliğin baş ve ayakları dışında tamamı korunurken, arkada onu takip eden kekliğin gaga kısmı, boynunun dış konturu ve göğüs kısmı korunabilmiştir. Her iki keklik de büyük boyutlu olmakla birlikte, arkadaki kekliğin öndekine göre nispeten biraz daha küçük olduğu görülmektedir. Plakanın arka fonu soluk sarı (2.5 Y-/2/9) renginde astara sahipken, kekliklerin soluk sarı astar üzerine siyah (GLEY 1 – 2.5/N) firnis ile boyandıkları görülmektedir. Özellikle anatomik detaylarda siyah firnis kullanımı söz konusudur. Öndeki kekliğin kanatları, ayakları siyah firnis ile boyanmış ve ayrıca göğüs kısmı üzerinde şevron[12] bezemesi yer almaktadır. Öndeki kekliğin kuyruğunun hemen altına denk gelecek şekilde, düzgün bir daire biçimi sergilemeyen ve çapı 6, 7 cm olan bir oluk açıklığı görülmektedir. Oluk açıklığı ve plakanın arka kısmı soluk sarı renk astar ile boyanmıştır. Arka kısımda kekliklerin gövde kısmına denk gelen yerde, pozitif olarak işlenen kalıptan kaynaklı negatif bir yapılanma söz konusudur.

Keklik betimli son örnek ise, yine 2015 yılında ele geçen AHD 11 kodlu mimari terrakotta parçasıdır (Görsel 10). Parçanın yüksekliği 11,7 cm, genişliği 14,6 cm ve kalınlığı 3,9 cm olarak ölçülmüştür. Taşçık, kireç ve mika katkılı hamur, sıkı bir yapıya sahip olup, açık kırmızı (10R 6/8) renktedir. Keklik dizisi sahnesinin betimlendiği plakanın en üst kısmında 3,9 cm kalınlığında ve 3 cm yüksekliğinde dışarı çıkık bir pervaz yer almaktadır. Pervaz soluk sarı (2.5 Y_/2/9) astar üzerine koyu kırmızımsı kahverengi (5YR 3/2) firnis ile boyanmıştır. Pervazın hemen altında 1, 8 cm yüksekliğinde bir inci-boncuk dizisi yer almaktadır. Enine doğru hafif genişleyen her bir boncuk arasında iki adet inci işlenmiştir. Boncuklar 2 cm genişliğe ve 1, 8 cm yüksekliğe sahiptir. İncilerin de boncuklar ile aynı yüksekliğe ve 0, 3 cm kalınlığa sahip oldukları görülmektedir. İnci-boncuk dizisi soluk sarı astar üzerine koyu kırmızımsı kahverengi firnis ile boyanmıştır. İnci-boncuk dizisinin hemen altında arka fonu soluk sarı renginde olan düz bir sahne yer almaktadır. Sahnede kabartma olarak oldukça özenli işlenmiş bir kekliğin kafası ve boynunun dış konturu korunabilmiştir. Keklik kafasının inci-boncuk dizisinin hemen altında yer alması kekliğin büyük bir keklik olduğuna işaret etmektedir. Keklik, soluk sarı astar üzerine koyu kırmızımsı kahverengi firnis ile boyanmıştır. Profilden verilen keklik sağa doğru bakmaktadır. Terrakotta parçasının arka kısmı ve pervazın üstü astarsız ve firnissiz bırakılmıştır.

Euromos simalarında kullanılan keklik bezemeleri üzerine yapılan incelemeler sonucunda, kekliklerin boyları dikkate alınarak iki grup belirlenmiştir. Buna göre, AGE 90 kodlu örneği birinci grupta ele almak mümkündür. Bu örnekte, bir büyük, bir küçük keklik peş peşe dizilmiş ve hafif adımlarla yürür biçimde betimlenmişlerdir (Benzer örnekler için bkz. Akkurnaz 2013: Çiz. 11, Lev. 74, Fig. 1-3.). AHD 19 kodlu örnek ise ikinci grupta yer almaktadır. Burada ise peş peşe hafif adımlarla yürüyen sadece büyük keklikler yer almaktadır (Benzer örnekler için bkz. Akkurnaz 2013: Lev. 74, Fig. 4-5.). Bu iki grup dışında AHD 11 kodlu örnekte de keklik dizisi betimlenmekle beraber, sadece bir kekliğin başının korunmuş olması, parçanın hangi gruba ait olduğunu belirlemeye olanak tanımamıştır.

[12] Şevron: V biçimindeki süs.

Akerström (Akerström 1966: 117.), birinci grupta yer alan kekliklerin bir büyük, bir küçük biçiminde betimlenmelerini, bunlardan büyük olanların anne, küçük olanların ise yavru, yani bunların bir aile havası içinde betimlendiği yorumunu dile getirirken, Ateşlier (Ateşlier 2006: 68.) ve Akkurnaz (Akkurnaz 2013: 336.) ise bu sahnelerdeki kekliklerin bir aile olmaktan ziyade derinlik ve perspektif verme gayretiyle oluştuğunu önermektedirler. AHD 19 kodlu örnekte işlenen büyük boyutlu iki keklikten birinin, diğerine göre biraz daha küçük işlenmesi derinlik katma gayretiyle ilişkili olsa gerektir. Bu bağlamda, AHD 19 kodlu örneğin Ateşlier ve Akkurnaz'ın önerisini desteklediğini belirtmek mümkün görünmektedir.

Çalışma kapsamında ele aldığımız keklik dizili parçalar üzerinde yaptığımız incelemeler sonucunda, AGE 90 ve AHD 19 kodlu örneklerin yanal simaya, AHD 11 kodlu örneğin ise eğimli simaya ait oldukları anlaşılmıştır. Böyle bir yargıya varılmasındaki neden AHD 19 kodlu örneğin oluk kısmının kısmen korunmuş olması ve arkasının astarlanması, AGE 90 kodlu örnekte oluk kısmı korunamamakla beraber, arka kısmının astarlanmış olması bu örneğin de yanal simaya ait olduğunu göstermesi bakımından kanıt olarak sunulabilir. AHD 11 kodlu örneğin arka kısmında herhangi bir astar izine rastlanmamıştır. Bunun dışında yanal simalara ait olan AGE 90 kodlu örnekte kekliklerin sola doğru, AHD 19 kodlu örnekte ise sağa doğru yürür pozisyonda betimlenmeleri bunların farklı yapı veya cephelere ait olduklarına işaret etmektedirler. Eğimli simalarda kekliklerin aşağıdan yukarıya doğru hareket ettikleri kabul edildiğinde (Ateşlier 2006: 68.), AHD 11 kodlu örnekte kekliğin sağa doğru bakması ile bu örneğin alınlığın sol kısmında olması gerektiğini göstermektedir.

Yukarıda tanımlanan örneklerimiz arasında AHD 11 kodlu örnek, diğer iki örneğe oranla, gerek neredeyse birebir örneğinin daha önce Euromos'tan ele geçmiş olması, gerekse bir tarihleme kriteri özelliği gösteren inci-boncuk dizisinin korunmuş olması sayesinde daha kolay tarihlendirilebilmiştir. İnci-boncuk dizisinin benzer örnekleri, başta Euromos (Ateşlier 2006: Resim 17; Ateşlier 2011: Fig. 7.) olmak üzere, Hacıbayramlar (Akkurnaz 2013: Çiz. 12.a, Levha 81, Figür 1-9.) ve Miletos'tan (Akerström 1966: Taf. 53.4.) gelmektedir. Söz konusu yerleşimler arasında örneğimizle gerek pervaz, gerek inci-boncuk dizisi ve gerekse kekliğin biçimi olarak en yakın paralel örnek yine Euromos'tan ele geçmiş (Ateşlier 2011: 287, Fig. 7.) ve söz konusu örnek MÖ 6. yüzyılın ortalarına tarihlendirilmiştir (Ateşlier 2011: 289.).

2. 5. Tanrılar Alayı Frizi: Bu grup, 2015 yılı çalışmaları sırasında ele geçen iki örnek ile temsil edilmektedir. Bu örneklerden ilki, AHD 10 kodlu mimari terrakotta parçasıdır (Görsel 11). Parçanın yüksekliği 10,1 cm, genişliği 9,2 cm ve kalınlığı 3,4 cm olarak ölçülmüştür. Taşçık, kireç ve mika katkılı hamur, oldukça kaliteli bir yapıya sahip olup, kırmızı renktedir (10R 6/8). Plakanın üzerinde kabartma olarak yapılan bir köpek figürü yer almaktadır. Arka planda soluk sarı (2.5 Y_/2/9) astar kullanılırken, figür üzerinde soluk sarı renkte astar üzerine kırmızı (2.5YR 5/8) ve kırmızımsı koyu kahverengi (5YR 3/2) firnis kullanılmıştır. Baş ve gövde kırmızı firnis ile boyanırken, boyun, iki koyu kırmızımsı kahverengi firnis bant arasında kırmızı renkte bir bant firnisin kullanımı ile boyanmıştır. Yuvarlak olarak biçimlendirilen göz ile kaş arasında yarım daire biçiminde bir çukurluk oluşturulmuş ve böylelikle kaş ile göz ayrımı belirginleştirilmiştir. Kafasını yukarı kaldırmış, profilden verilen köpek sağ tarafa bakmaktadır. Figürün başını üst ve ön kısımda çevreleyen bir kabartma yer

almaktadır. Her ne kadar figürü çevreleyen kabartma korunamamış olsa da, benzer bir örneğin daha önce Euromos'tan ele geçmesi, kabartmanın kimliğine ilişkin bir fikir yürütmemize olanak sağlamıştır. Ateşlier tarafından yayınlanan parçanın, Tanrılar Tören Alayı sahnesine ait olduğu ve at figürünün altında işlendiği görülmektedir (Ateşlier 2011: 283, Fig. 4.). Olasılıkla AHD 10 kodlu mimari terrakotta parçası üzerinde işlenen kabartma bir ata aitti. Böylelikle köpeğin üst kısmındaki kabartmalı bölümü atın karnı ve ön kısımdaki kabartmayı ise atın ön ayaklarının izleri olarak tanımlamak mümkün görünmektedir. AHD 10 kodlu örneğin Ateşlier tarafından yayınlanan örnekten tek farkı daha az korunmuş olması ve anatomik detaylarda kullanılan firnis farklılığıdır. AHD 10 kodlu örnekte soluk sarı astar üzerine kırmızı ve kırmızımsı koyu kahverengi firnis kullanılırken, benzer örnekte soluk sarı astar ve kırmızımsı koyu kahverengi firnis kullanılmıştır. Ayrıca AHD 10 kodlu örnekte bulunan boyun üzerindeki kırmızı bant ve kafadaki kırmızı firnisin yerine sadece soluk sarı astar kullanılmıştır. Benzer örnekten yola çıkarak AHD 10 kodlu örneği MÖ 6. yüzyılın ortalarına tarihlemek mümkündür (Ateşlier 2011: 289.).

Tanrılar Alayı Frizi'ne dâhil edebileceğimiz ikinci örnek ise AHD 16 kodlu mimari terrakotta parçasıdır (Görsel 12). Parçanın yüksekliği 9,9 cm, genişliği 11,4 cm ve kalınlığı 2,5 cm olarak ölçülmüştür. Taşçık, kireç ve mika katkılı olan hamur, açık kırmızı (2.5YR 6/8) renktedir. Sağa doğru hareket halinde olan atlı araba sahnesinin işlendiği plakanın sadece küçük bir kısmı korunmuştur. Arka fonu soluk sarı (2.5 Y_/2/9) renk astar ile betimlenen sahnenin ön kısmında bir at arabası içinde bir figür ve atın kuyruğunun bir bölümü korunmuştur. Kuyruk, vücut ile birleştiği yerden orta bölümlere kadar korunabilmiş ve soluk sarı astar üzerine koyu kırmızımsı kahverengi (5YR 3/2) firnis ile boyanmıştır. Kuyruğun hemen bitişiğinde, arka kısımda at arabasının ön kanadının bir bölümü korunmuştur. Yukarıdan aşağıya doğru korunduğu kadarıyla üçgen bir form çizen araba kanadı soluk sarı astar ile boyanmıştır. Tam olarak korunamamakla birlikte, kanadın kırıldığı kısma yakın alanda, koyu kırmızımsı kahverengi firnis ile bir bezemenin işlendiği görülmektedir. Ancak bu bezemeden yalnızca birkaç firnis noktasının korunmuş olması, bezemenin ne olduğu hakkında fikir yürütmeyi olanaksız kılmaktadır. Araba kanadının iç kısmında, kanat ucuna yakın bir alanda, ortaya çıkan ve yukarı doğru devam eden ikiz bir şerit bulunmaktadır. Arabanın içinde, çok az bir kısmı korunmuş olan figürün eliyle bu şeridi tuttuğu görülmektedir. Kalın bir elbise giydiği anlaşılan figürün bel kısmından aşağısı ve sağ eli korunabilmiştir. Düz ve kalın olarak betimlenen elbise soluk sarı astar üzerine koyu kırmızımsı kahverengi firnis ile boyanmıştır. Elbisenin bitim kısmında en altta yatay düzlemde dörtgen soluk astar içine tek nokta siyah firnis ile biçimlendirilmiş bir bezeme yer almaktadır. Elbise üzerinde, yumruğunu sıkar vaziyette işlenmiş, soluk sarı astar ile boyanmış figürün sağ eli yer almaktadır.

Tanrılar Tören Alayı grubunda ele aldığımız AHD 16 kodlu terrakotta parçasının bire bir örneği yine Euromos'tan ele geçmiştir (Ateşlier 2011: 281, Fig. 2.). Araba kasası içinde yer alan figür ve atın kuyruğunun üst kısımlarındaki kırılma yerleri bile neredeyse aynıdır. Örneğimiz ile benzer örnek arasındaki farklar, benzer örneğin biraz daha fazla korunmuş olması, aynı alanlarda farklı renk firnisin kullanılması (araba kasasında ve elbisenin bir bölümünde kullanılan firnis gibi) ve elbisenin biçimidir. Benzer örnek ışığında AHD 16 kodlu

terrakotta parçasını MÖ 6. yüzyılın ortalarına tarihlemek mümkün olmuştur (Ateşlier 2011: 289.).

2. 6. Antefiksler Grubu: Antefiksler tek örnek ile temsil edilmekte olup, söz konusu örnek 2015 yılında kutsal alanda yüzeyde ele geçen AAA 75 kodlu mimari terrakotta parçasıdır (Görsel 13). Parçanın yüksekliği 11, 8 cm, genişliği 9, 7 cm ve kalınlığı 3, 4 cm olarak ölçülmüştür. Taşçık ve kireç katkılı olan parça, gevşek bir hamur yapısına sahiptir. Beşgen formlu, kıvrık dal ve palmet bezemeli antefiks parçasının hamur rengi kırmızıdır (10R 4/6). Mimari terrakotta parçasının üst ve sağ kısmı kayıptır. Üst köşelerinden başlayarak, eğimli olarak inen ve sonra dik olarak aşağı devam etmesi gereken çerçeve korunamamış, ancak iç kısımda buna paralel olarak yukarıdan devam eden volütün, çerçevenin yön değiştirdiği yerden itibaren kavisli bir biçimde içeri doğru kıvrıldığı görülmektedir. Volütü oluşturan çizginin düz olarak devam ettiği yerlerde kalınlık 1 cm, kavis yaptığı yerlerde 1, 2 cm, bitim noktasında ise bu kalınlığın 1, 5 cm'ye kadar çıktığı görülmektedir. Karşılıklı iki volütten oluşması ve aralarında palmet yaprakları olması gereken antefiksin sol volütünün hemen yanında yer alan palmet yapraklarından yalnızca birinin bir bölümü korunabilmiştir. Antefiksi çevreleyen çerçeve kalınlığı en alt kısımda 1, 4 cm olarak ölçülmüş ve bu çerçevenin eğimli çatı profiline paralel olarak geriye doğru eğimli yapıldığı görülmektedir. Antefiksin bezenmesinde arka fonda soluk sarı (2.5 Y_/2/9) astar kullanılırken, alt çerçeve ve volüt çizgisinde soluk sarı astar üzerine koyu kırmızımsı kahverengi (5YR 3/2) firnis kullanılmıştır. Arka kısmı kabaca düzleştirilmiş ancak üzerinde herhangi bir astar veya firnis kalıntısına rastlanmamıştır.

Euromos antefikslerinde, merkezde kabartma işlenmiş, cepheden gorgon başı (Ateşlier 2006: Resim 4.), cepheden aslan başı (Akkurnaz 2013: 33.), beş yapraklı lotus çiçeği (Akkurnaz 2013: Levha 2, Figür 9.), kıvrık dal ve palmetler (Ateşlier 2009: Resim 1.) yer alan dört grubun varlığı bilinmektedir (Akkurnaz 2013: 33.). Örneğimizin dâhil olduğu kıvrık dal ve palmetli antefikslerin en yakın örnekleri başta Euromos (Ateşlier 2006: Resim 4; Ateşlier 2009: Resim 1.) olmak üzere, Miletos'ta (Akkurnaz 2013: 33.) da ele geçmişlerdir. Benzer örneklerden hareketle söz konusu örneğimizi MÖ 6. yüzyılın ikinci yarısına tarihlemek mümkündür.

3. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Çalışma kapsamında ele alınan dokuz adet mimari terrakotta, kil, astar ve firnis renkleri, üretim teknikleri, işlevleri, bezeme sistemleri gibi birçok unsur gözetilerek değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeye ek olarak, Euromos'un daha önce ele geçen buluntuları ve diğer yerleşimlerden gelen örneklerle analojisi yapılmaya çalışılmıştır.

Çalışma konumuzu oluşturan mimari terrakottalarda kullanılan kil yapısının ve renginin çıplak gözle farklılıklar arz ettiği görülmüştür. Hamur rengi ve kalitesi oldukça çeşitlilik arz etmekle birlikte, en dikkat çekici örnekler AHD 10 ve AHD 16 kodlu mimari terrakottalardır. Her iki örnekte kullanılan kilin diğerlerine oranla oldukça kaliteli bir yapıya sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum olasılıkla her iki örneğin de tanrılar alayı frizine ait olmasıyla ilişkilendirilebilir. Her ne kadar kil yapısı dikkate alınarak yapılan gözlemler sonucunda ortaya çıkan Tanrılar Alayı Frizi grubunun önemini ortaya koysa da, bu gözlemler kesin

verilere dayanmamakta, söz konusu örnekler üzerinde yapılacak kil analizleri ile daha net sonuçlara ulaşılabileceği düşünülmektedir.

Mimari terrakotta parçalarının kil renkleri Munsell renk kataloğuna[13] göre belirlenmiştir. Söz konusu örnekler kırmızının farklı tonları olarak karşımıza çıkmakla birlikte, birbirinden belirgin bir biçimde ayrılan kırmızı ve açık kırmızı tonlarına sahip iki farklı renk tonu tespit edilmiştir. Buna göre, AHD 20 ve AAA 75 kodlu örneklerin kırmızı, diğer örneklerin ise birbirine yakın açık kırmızı renkte oldukları görülmüştür.

Bezeme ve figürlerin boyanmasında kullanılan astar renginde, herhangi bir farklılık görülmezken, kullanılan firniste farklı tonların varlığı dikkat çekmektedir. Bu durum olasılıkla fırınlama aşamasındaki hatalardan veya dengeli ısı dağılımını sabit bir biçimde gerçekleştirecek fırınların olmayışından kaynaklanmaktadır. Örneklerimizin tamamında arka fon soluk sarı renktedir. Bu soluk sarı renk bazı kısımlarda ise AHD 20 kodlu örneğin yumurtalarında olduğu gibi bezemelerdeki renk cümbüşünü sağlamak amacıyla da kullanılmıştır. Bezeme ve figürlerin boyanmasında ise kırmızı ve siyahın çeşitli varyasyonları biçiminde firnis kullanılmıştır. Astar ve firnisin kullanımına ilişkin yaptığımız gözlemler esnasında oldukça önemli bir sonuca ulaşılmıştır. Plakaların arka kısımlarında astar kullanımının olup olmadığına ilişkin yapılan gözlemler sonucunda AGE 90, AHD 19 ve AHD 20 kodlu plakaların arka kısmında astar kullanımının olduğu, diğer örneklerde ise astar kullanılmadığı görülmüştür. Söz konusu üç örneğin işlevlerine bakıldığında her üç örneğin de yanal sima parçası oldukları, diğerlerin ise eğimli sima veya frizlere ait oldukları görülmektedir. Yanal sima parçalarının arka kısımlarının astarlanması doğa şartlarına açık bir durumda olmaları ve estetik kaygı nedenlerinden kaynaklanıyor olmalıydı. Friz ve eğimli sima plakalarının arka kısımlarının, gerek görünmemesi, gerekse doğa şartlarına açık olmaması, bunların astarlanmalarını gerektirmemiştir.

Mimari terrakottaların üretim biçimi ve sürecine ilişkin yapılan incelemeler sonucunda önemli veriler elde edilmiştir. AGE 90 ve AHD 19 kodlu keklik dizisi bezemeli örneklerin arka kısımlarında kekliklerin gövde hizasında negatif birer çukurluk saptanmıştır. Bu çukurluk olasılıkla pozitif olarak işlenen kalıbın izleridir. Plakaların arka kısmında kekliklerin diğer bölgelerine denk gelen kısımlarda ise herhangi bir çukurluk görülmemiştir. Bu durum, söz konusu plakaların arka kısımlarında pozitif, ön kısımlarında ise negatif kalıpların kullanıldığına işaret etmektedir. Diğer mimari terrakotta örneklerin arka kısımlarında ise herhangi bir çukurluk gözlenmemiş olup, hepsinin düz oldukları görülmüştür. Bu durum ise söz konusu bu örneklerin negatif olarak işlenen kalıplardan üretildiğine işaret etmektedir. Sonuç olarak, yüksek kabartma gerektiren örneklerde hem pozitif hem negatif kalıpların kullanıldığı, alçak kabartma kullanılan örneklerde ise sadece negatif kalıpların kullanıldığını belirtmek mümkündür. Üretim süreci ile ilgili varılan bir diğer sonuç ise, AHD 19 kodlu keklik dizili plakaya sonradan oluklu bir çörtenin eklenmesidir. Kekliklerden birinin kuyruk hizasına denk gelecek biçimde alt kısımda 6, 7 cm çapında, alt kısmı korunamamış bir açıklık söz konusudur. Tam bir daire formunu vermeyen, "U" biçiminde şekillendirilen ve çörten yuvası olarak da adlandırabileceğimiz bu açıklığa, olasılıkla daha sonra ayrıca şekillendirilen

[13] Munsell Renk Kataloğu: Albert Henry Munsell tarafından tasarlanan renk düzenidir. Seramik buluntuların kil, astar ve firnis renklerini belirlemede kullanılır.

oluklu çörten, kil henüz tam anlamıyla kurumadan birleştirilmişti (Oluklu çörtenin plakaya ekleme işlemleri hakkında ayrıntılı bilgi için bkz. Akkurnaz 2013: 423 vd.).

Kutsal alanda 2015 yılında yüzeyde bulunan AAA 75 kodlu antefiks parçası antefiksli çatı sistemini örneklemektedir. Euromos (Ateşlier 2006: 64, Fig. 5.) dışında Miletos (Akerström 1966: 103, Abb. 32.) ve Ostbau'da (Schneider 1990: 213, 216, Fig. 3, 5, Pl. 27. a.) da bu çatı sistemini örnekleyecek buluntular ele geçmiştir. AGE 90 ve AHD 19 kodlu keklik dizili plakalar ile AHD 20 kodlu lotus bezemeli plaka ise yanal simalı çatı sistemini örneklemektedir. Benzer çatı örneklerinin varlığı Euromos dışında Hacıbayramlar, Miletos ve Koranza'dan bilinmektedir (Akkurnaz 2013: 452.). Sonuç olarak, çalışma kapsamında değerlendirmeye aldığımız örnekler ışığında, Arkaik dönem kutsal alanındaki yapılarda biri antefiksli, diğeri yanal simalı olmak üzere en az iki farklı çatı sisteminin kullanıldığını belirtmek mümkün görünmektedir.

Mimari terrakotta parçalarının toplamda üç yapıya ait olduklarını belirtmek mümkündür. Yukarıda belirtildiği üzere AGE 90 ve AHD 20 kodlu örneklerin yanal simaya, AAA 75 kodlu örneğin ise antefiks olduğu görülmüştür. Dolayısıyla yanal sima ve antefikslerin aynı yapıya ait olma ihtimali olmaması nedeniyle iki farklı yapının varlığı ortaya çıkmaktadır. Yanal simalarda kullanılan bezemelerin birbirinin tekrarı biçiminde işlendikleri düşünüldüğünde, aynı yapıda farklı bezemelerin işlendiği yanal simaların bir arada kullanılması oldukça düşük bir ihtimal olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda, AGE 90 ve AHD 19 kodlu örneklerde keklik dizisinin, AHD 20 kodlu örnek ise lotus bezemesinin işlenmiş olması nedeniyle burada üçüncü bir yapıdan bahsetmeyi mümkün kılmaktadır.

Gerek işlev gerekse dekoratif amaçlı kullanılan mimari terrakottalar üzerinde çeşitli sahnelerin betimlendiği görülmektedir. Söz konusu sahnelerde işlenen konuların ait oldukları yapının işlevi veya önemi ile ilgili veriler sunması mantık dışı görünmemektedir. Elbette ki dönemin modası dâhilinde bu konuların işlenebileceği de unutulmamalıdır. Tanrılar alayı frizine ait AHD 10 ve AHD 16 kodlu örneklerin hem kil hem de işlenen sahneler bakımından diğer örneklerden daha farklı bir durum sergiledikleri görülmektedir. Dolayısıyla bunların diğer örneklerden daha önemli bir yapıya işaret ettiğini belirtmek yanlış olmasa gerektir. Ancak çalışma kapsamında ele aldığımız mimari terrakottaların bothros[14] ve yüzeyde ele geçmeleri nedeniyle bu konuda belirteceğimiz her şey bir varsayımdan öteye geçmeyecektir. Sonuç olarak, çalışmamızı oluşturan örneklerden yola çıkarak bunların bir tapınağa ait olup olmadıklarını kesin olarak belirtmek mümkün görünmemektedir. Bununla birlikte, başta Euromos (Serdaroğlu 1971: 48; Serdaroğlu 1973: 37; Serdaroğlu 1982: 349-350, Abb. 3-4; Ateşlier 2006; Ateşlier 2008; Ateşlier 2009; Ateşlier 2011; Ateşlier 2011.) olmak üzere, Panionion (Lohmann 2007: 577, 586, Fig. 4; Lohmann 2008: 269-270.), Amyzon (Robert 1983: 63, Res. 35.), Didyma (Akerström 1966: 110-114, Taf. 56-58; Tuchelt 1987: 41, Abb. 2.), Miletos (Kalabaktepe Artemis Kutsal Alanı'ndan ele geçen örnekler için bkz. Akerström 1966: 103, Abb. 32, Taf. 53. 4, 54.1; Zeytintepe Aphrpdite Oikos Kutsal Alanı'ndan ele geçen örnekler için bkz. Zimmermann 2007: 634, Taf. 80.5; Graeve 2008: 345, Res. 1-2; Athena Kutsal Alanı'ndan ele geçen örnekler için bkz. Weickert 1960: 89, 96, Taf. 81. 2; Graeve

[14] Bothros: Antik dönem'de normal zemine açılan farklı amaçlara hizmet eden çukurlara verilen addır.

2005: 41-44, Abb. 4-10.) ve Hacıbayramalar (Akkurnaz 2013: 491.) buluntularının dini yapılarla ilişkilendirildikleri de görülmektedir (Akkurnaz 2013: Dn. 2314, 2315, 2316, 2317.).

Mevcut örnekler ışığında, Euromos'ta mimari terrakotta üreten bir atölyenin varlığına ilişkin herhangi bir öneride bulunmak mümkün görünmemektedir. Atölye ve üretim konusuna ilişkin Ateşlier, Miletos ve Euromos malzemesi üzerine yaptığı gözlemlere dayanarak üretimde bir birlikteliğin söz konusu olduğunu ve iki merkez arasında bir üretim ilişkisi olduğunu bildirmektedir (Ateşlier 2011: 123.). Bu üretim ilişkisini ise Miletos'tan Karia'ya gelen gezici bir atölyenin varlığı ile açıklamaktadır (Ateşlier 2009: 157.). Miletos'un Arkaik dönem'deki gerek küçük buluntu üretimi, gerekse mimari yapı faaliyetleri düşünüldüğünde Ateşlier'in haklı olabileceğini belirtmek yanlış olmasa gerektir. Nitekim Euromos ile Miletos ilişkileri salt bununla kalmamakta, kült anlamında da bir birliktelik söz konusudur. Lepsynos kültünün Miletos'ta da varlığı bilinmekte ve hatta bu kültün Euromos'a Miletos'tan geldiği de iddia edilmektedir (Sina 2002: 51.). Bu verilerden hareketle, Euromos mimari terrakottalarının Miletos etkisinde üretildiklerini belirtmek mümkündür.

Bezeme sistemi dikkate alınarak, benzer örnekler ile yapılan karşılaştırmalar sonucunda, çalışma konumuzu oluşturan mimari terrakottaları MÖ 6. yüzyılın ikinci yarısına tarihlememiz olanaklı görünmektedir.

KAYNAKÇA

Âkerström, Â., *Die Architektonischen Terrakotten Kleinasiens.* Lund, 1966.

Akkurnaz, S., *Hacıbayramlar Arkaik Dönem Mimari Terrakottaları,* Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın, 2013.

Akkurnaz, S., *Hacıbayramlar Buluntuları Bağlamında Arkaik Dönem Mimari Terrakottalarını Değerlendirme Yöntemleri*, 4. Uluslar arası Pişmiş Toprak Sempozyumu. 29-45, Eskişehir, 2010.

Ateşlier, S., The Archaic architectural terracottas from Euromos and some cult signs, BOREAS 32, 279-290, 2011.

Ateşlier, S., *Euromos Arkaik Mimari Terracottaları (Arkaik Tapmak Üzerine Düşünceler)*, Araştırma Sonuçları Toplantısı 28/3, 123-137, Ankara, 2011.

Ateşlier, S., *Euromos Arkaik Mimari Terrakottaları*, Araştırma Sonuçları Toplantısı 26/2. 151-158, Ankara, 2009.

Ateşlier, S., *Euromos (Milas-Selimiye) Antik Kentinde Bulunmuş Olan Arkaik Çağ Mimari Terrakottaları (Pişmiş Toprak Mimari Çatı Elamanları) Üzerine Arkeolojik Araştırma* (TUBİTAK projesi Sonuç Raporu), Aydın, 2008.

Ateşlier, S., Euromos Arkaik Mimari Terrakottaları Üzerine İlk Gözlemler [First Preliminary Report on the Archaic Architetural Terracottas from Euromos], ArkDer 8, 59-78, 2006.

Buzzi, S., *Die Architektonischen Terrakotten aus Düver,* Zürich, 1999.

Cook, R.M. ve Dupont, P., *East Greek Pottery*, London, 1998.

Cook, R.M., Fikellura Pottery, The Annual of the British School at Athens 34, 1-98, 1933-1934.

Erhat, A., *Mitoloji Sözlüğü*, İstanbul, 2015.

Glendinning, M. R., A Mid-Sixth-Century Tile Roof System at Gordion, Hesperia 65, 99-119, 1996.

Glendinning, M. R., *Phrygian Architectural Terracottas at Gordion,* University of North Carolina, 1996.

Graeve, V., 2006 Yılı Milet Çalışmaları, Kazı Sonuçları Toplantısı 29/3, 343-360, Ankara, 2008.

Graeve, V., Funde aus Milet. Fragmente von Bauskulptur aus dem Archaischen Aphrodite-Heiligtum, AA 2005/2, 41-48, 2005.

Graeve, V., Milet 1989, IstMitt Band 40, 37-78, 1990.

Koldewey, R., *Neandria,* Berlin, 1891.

Lohmann, H., Rescue Excavation of the Archaic Panionion in the Mycale (Dilek Dağları): 2nd Campaign, Kazı Sonuçları Toplantısı 29/2, 265-280, Ankara, 2008.

Lohmann, H., The Discovery and Excavation of the Archaic Panionion in the Mycale (Dilek Dağları), Kazı Sonuçları Toplantısı 28/2, 575-590, Ankara, 2007.

Mellink, M.J., Archaeology in Asia Minor, AJA 76, 165-188, 1972.

Öztaner, S. H., Euromos Zeus Tapınağı, Anadolu/Anatolia Ek Dizi III.2, 335-336, 2012.

Özyiğit, Ö., Antik Çatılarda Dere Kiremitleri, Arkeoloji-Sanat Tarihi Dergisi IV, 101-116, 1988.

Ramage, A., *Lydian Houses and Architectural Terracottas,* Cambridge, 1978.

Robert, M. L., *Fouilles D'Amyzon en Carie, Commission des Fouilles et Missions Archeologiques au Ministere des Relations Exterieures,* Paris, 1983.

Saltuk, S., *Arkeoloji Sözlüğü*, İstanbul, 1993.

Serdaroğlu, Ü., Bautatigkeit in Anatolien unter der persischen Herrschaft, Palast und Hütte, Beitrage zum Bauen und Wohnen im Altertum von Archaologen, Vor- und Frühgeschichtlem, Tagungsbeitrage eines Symposiums der Alexander von Humboldt-Stiftung (Eds: D. Papenfuss-V. M. Strocka), Bonn-Bad Godesberg,

veranstaltet vom 25.-30. November 1979 in Berlin, Mainz am Rhein, 347-356, 1982.

Serdaroğlu, Ü., Euromos. 1971-1972, AnatSt 23, 36-37, 1973.

Serdaroğlu, Ü., "Euromos. 1969-1970, AnatSt 21, 47-48, 1971.

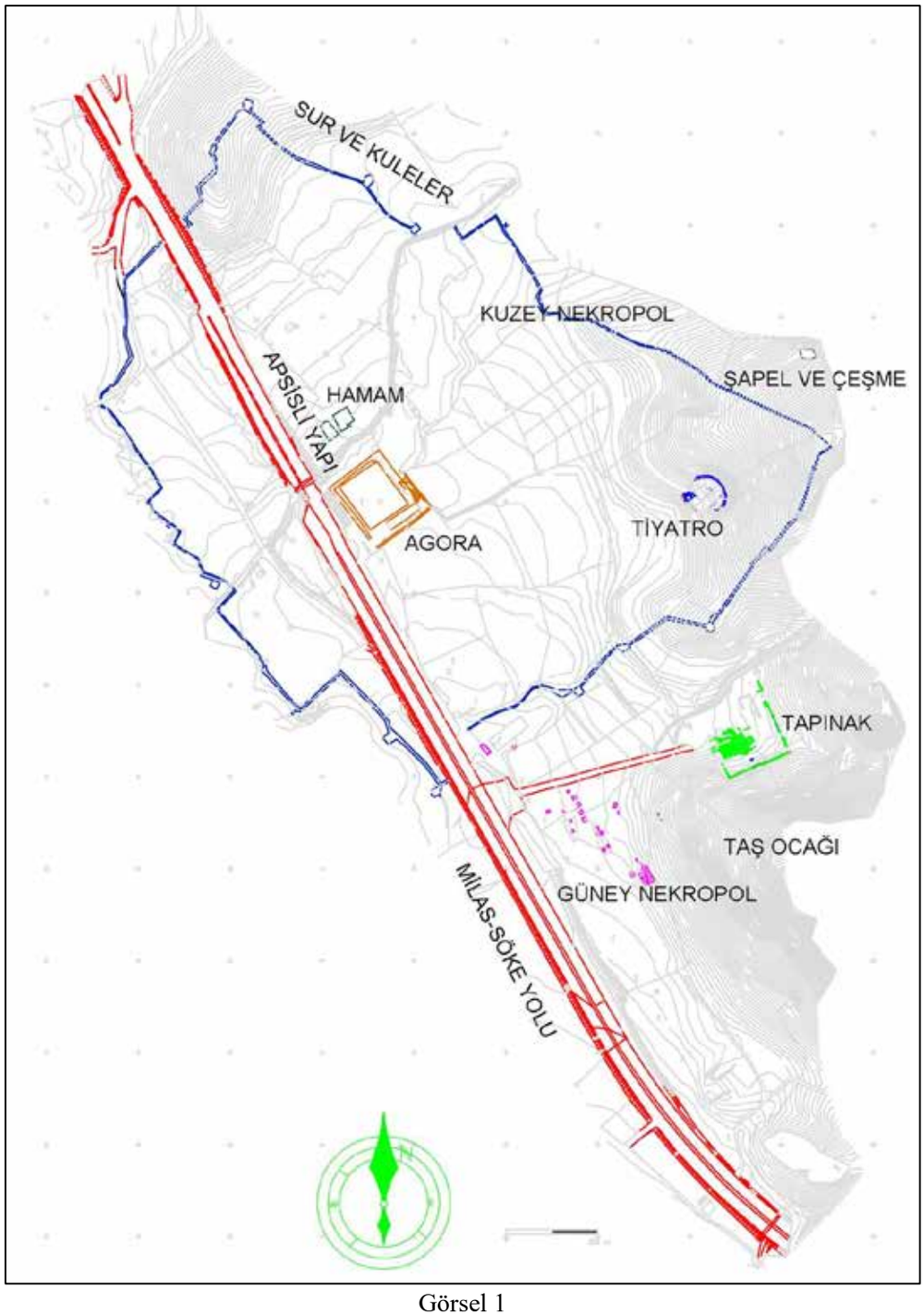
Sina, A., *Karia Tanrıları ve Kültleri,* Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2002.

Tuchelt, K., *Bericht Über Die Arbeiten Der Didyma-Grabung 1985/86*, Kazı Sonuçları Toplantısı 8/2, 39-45, Ankara, 1987.

Walter-Karydi, E., *Samische Gefässe des 6. Jahrhunderts v. Chr,* Bonn, 1973.

Weickert, C., Die Ausgrabung beim Athena-Tempel in Milet 1957, Istmitt Heft 9/10 1959-60, 1-96, 1960.

Zimmermann, K., *Frühe Dachterrakotten aus Milet und dem Pontosgebiet*, Frühes Ionien: Eine Bestandsaufnahme; Panionion-Symposion Güzelçamlı, 26th of September to 1st of October 1999. Milesische Forschungen Band 2, 631-636, 2007.


SUR VE KULELER
KUZEY NEKROPOL
ŞAPEL VE ÇEŞME
APSİSLİ YAPI
HAMAM
AGORA
TİYATRO
TAPINAK
TAŞ OCAĞI
GÜNEY NEKROPOL
MİLAS-SÖKE YOLU

Görsel 1

Görsel 2

Görsel 3

Görsel 4

Görsel 5

Görsel 6

Görsel 7

Görsel 8

Görsel 9

Görsel 10

Görsel 11

Görsel 12

Görsel 13

THE EFFECTS OF KARACASU POTTERY CLAY ON THE AVENTURİNE GLAZE PROPERTIES

Ensar TAÇYILDIZ[1], Halil İbrahim ÇAKIR [2]

[1]Anadolu Üniversitesi Porsuk Meslek Yüksekokulu, Eskişehir, Türkiye
[2] Adnan Menderes Üniversitesi Karacasu Memnune İnci Meslek Yüksekokulu, Aydın, Türkiye

ABSTRACT

Using iron oxide clays as colorant in glazes and firing at different techniques gives important qualities to glazes. Even thought iron oxide clays has been accepted as impurite for ceramic body, it has used largely of coloring ceramic glazes. When iron oxide clays use as raw materials in glazes; it causes important changes at colour and surface characteristics depending on glazes compound. At the firing period there have been lots of chemical reactions appears depending firing atmosphere, glaze and glaze surface characteristis.
Owing to its physical charecteristics, cemical composition, colouring cabability, it is considered that Karacasu pottery clay can be used as a raw material and colorant in the aventrine glazes.

In this study, Karacasu pottery clay were incorporated into the aventurine glaze recipes and the effects of Karacasu pottery clay on the glaze properties were investigated.
Key words: Karacasu pottery clay, Glaze, Aventurine, Iron oxide.

1. INTRODUCTION

Karacasu is a district in Aydın province in Aegean Region, and the starting date of pottery production is not known for certain. However, there are evidences that have witnessed the production of pottery since ancient ages. The most important one of these evidences is the ceramics antiques of the neighborhood which are displayed in Aphrodisias Museum. These antiques not only bear the different cultural identities of the civilizations settled there but they also provide a rich accumulation and source for the creation of the present day Karacasu pottery tradition. Despite rapidly changing socio-economical conditions in our country, Karacasu is one of the rare pottery production centers which has preserved its authenticity [1].

General view of the workshops, where pottery production is performed in Karacasu, have the properties to take us a journey back in time. The production is performed with primitive methods in wide mouth kilns in stone walled earth sheltered workshops. There were 80 masters engaged in pottery in Karacasu in 1960s, however, there are just 37 masters today. The number of people who live off pottery is decreasing due to the innovations in the technology and marketing problems [2].

The most important property of Karacasu clay is its having high amount of iron oxide and kiline refractory properties can be firing in primitive kilns low-temperature at 750 to 800°C, ıf electric kilns 1050 to 1080°C but are observed deformation and melting when firing at 1200°C. In parallel with the development of firing technologies, significant developments in glaze and colorant technologies have also been experienced. As a result, by using coloring oxides used in the glazes in a maximum level, different colors and textures have been observed in the glazes. However, it is known that colorful clays have been used in glazes instead of oxides since ancient times. Therefore, one of the clays is the clay containing high amounts of iron. By using these clays, it is possible to produce glazes with various colors and textures depending on the amount of use. It is also possible to create yellow, green, brown, black, red, metalic colors and dotted glazes depending on the amount of clay and glaze compounds. As it is known, when iron oxide is used over 4% in glazes, it presents a melting property and causes significant changes in the characteristic properties of the glaze [3].

In this study, it is thought that Karacasu pottery clay (KÇ. Clay) containing high amount of iron oxide can be used as raw material in aventurine glazes [4,5,6] which are low amount in alumina, rich in alkaline and iron saturated and the studies were carried out accordingly.

2. MATERIAL AND METHODOLOGY

In this study, where the usability of Karacasu pottery clay in aventurine glazes is discussed, chemical contents of Karacasu pottery clay and other raw materials used in the compound of glaze were determined in the first stage. Chemical analysis of Karacasu pottery clay and other materials in the glaze compound is given in Chart 1.

In the second stage of the study, three different groups of glaze receipts were prepared to create aventurine glazes and the tests were carried out accordingly. By keeping raw material and iron oxide amounts stable in the glaze compounds in the first group of glaze receipts, pottery clay was added to the glaze receipts in increasing amounts. These glazes are called aventurine glazes containing “pottery clay”.

In the second group of glaze receipts, sodium feldspar amount was decreased and the amount of pottery clay was increased. These glazes were called as aventurine glazes containing “pottery clay- feldspar”. In the third group of glaze receipts, the amount of ulexite

was decreased and the amount of pottery clay and iron oxide were increased. These glazes were called as aventurine glazes containing “pottery clay-iron oxide”.

Each of the prepared receipts was grinded in porcelain bomb jet mills with 100 gr. dry raw material capacity for 10 minutes. The amount of water was determined as the 65% of the raw material amount during grinding process. Glazes sifted from 100 mesh sifters after being grinded and applied on test sheets with 60 mm diameter and 7 mm thickness, which were prepared with stoneware bodies, by using pouring method. Glazes were fired in electrical cabins kilns (ceramic kiln) at 1070 °C in accordance with the firing curve given in Figure 1. After being fired, aventurine glaze formation and surface properties were analyzed in accordance with the receipt compounds of each group.

Chart 1. Chemical Analysis of Raw Materials

%	KP Clay	Na. Feldspar	K.Feldspar	Ülexite	Quartz
SiO_2	65.25	67.37	66.56	___	98.30
Al_2O_3	14.69	19.48	18.96	0.85	0.36
Fe_2O_3	8.74	0.11	0.50	___	0.02
TiO_2	0.63	0.21	___	___	___
CaO	0.88	0.52	2.67	16.22	0.05
MgO	0.90	0.10	1.10	___	0.28
Na_2O	0.29	11.10	3.30	8.46	0.78
K_2O	1.15	0.79	8.97	0.20	0.29
B_2O_3	___	___	___	45.67	___
***LOI**	7.47	0.32	1.50	28.80	0.30

*Loss Of Ignition

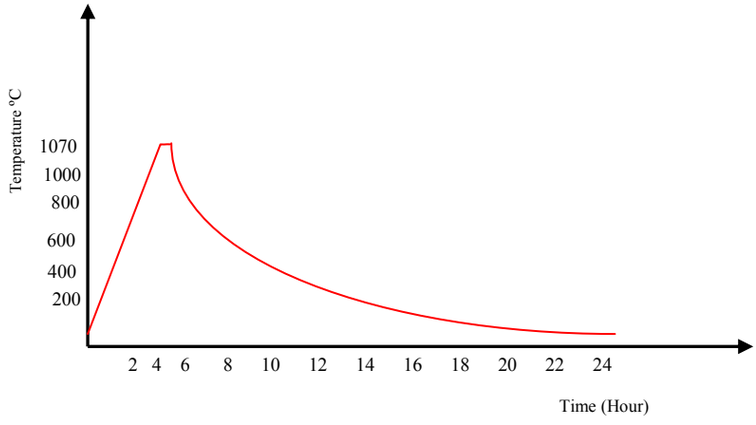


Figure 1. Kiln Firing and Cooling Curve

In this study, Kiln type were used to electrical cabins kilns.

3. EXPERIMENTAL STUDIES

3.1. Aventurine Glazes Containing Pottery Clay

Receipt compounds and surface properties of the glazes containing "pottery clay" that was prepared to analyzed the effects of pottery clay on aventurine glaze properties are given in Chart 2, results after being fired at 1070 °C are given in Figure 2.

Chart 2. Receipt and Surface Properties of Glazes Containing Pottery Clay

Item No	Glaze Receipt		Shiny	Matte	Transparent	Opaque	Crack	Aventurine
	Raw material	%						
1	Na. Feldspar	35	*		*		*	
	Ulexite	15						
	Boric Acid	14						
	K.Feldspar	6						
	Lithium Carbonate	8						
	Quartz	22						
	Iron Oxide	6						
	KP Clay	8						
2	Na. Feldspar	35	*		*		*	
	Ulexite	15						
	Boric Acid	14						
	K.Feldspar	6						
	Lithium Carbonate	8						
	Quartz	22						
	Iron Oxide	6						
	KP Clay	10						
3	Na. Feldspar	35	*		*		*	
	Ulexite	15						
	Boric Acid	14						
	K.Feldspar	6						
	Lithium Carbonate	8						
	Quartz	22						
	Iron Oxide	6						
	KP Clay	12						
4	Na. Feldspar	35	*		*		*	
	Ulexite	15						
	Boric Acid	14						
	K.Feldspar	6						
	Lithium Carbonate	8						
	Quartz	22						
	Iron Oxide	6						
	KP Clay	14						
5	Na. Feldspar	35	*		*		*	*
	Ulexite	15						
	Boric Acid	14						
	K.Feldspar	6						
	Lithium Carbonate	8						
	Quartz	22						
	Iron Oxide	6						
	KP Clay	16						
6	Na. Feldspar	35	*			*		*
	Ulexite	15						
	Boric Acid	14						
	K.Feldspar	6						
	Lithium Carbonate	8						
	Quartz	22						
	Iron Oxide	6						
	KP Clay	18						

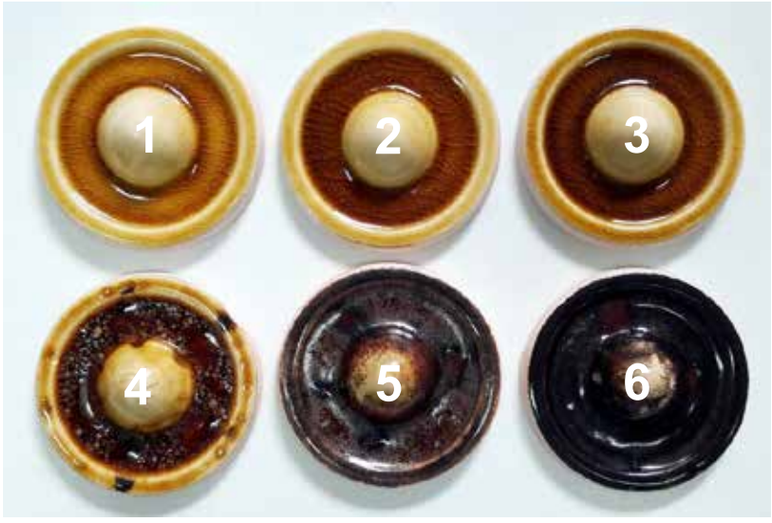


Figure 2. Fired Results of Glazes Containing Pottery Clay

When surface properties of glazes in Chart 2 and images of glazes after being fired in oxidation environment in Figure 2 were analyzed, it was seen that the more the amount of Karacasu pottery clay was, the colors of glazes turned from light brown to dark brown. Glazes containing less than 6% iron oxide and 16 % Karacasu pottery clay did not present aventurine properties. Additionally, glaze crack and some blisters occurred in these glazes. However, as it is seen in Figure 5, when Karacasu pottery clay was used 16% and more in the receipts (Chart 2, No:5), aventurine glaze formation started, cracks were eliminated completely. Details related to obtained aventurine glaze are shown in Figure 3.

Figure 3. Aventurine Glaze Detail

3.2. Aventurine Glazes Containing Pottery Clay – Feldspar

Receipt compounds and surface properties of the glazes containing "pottery clay - feldspar" that was prepared to analyze the effects of pottery clay on aventurine glaze properties are given in Chart 3, results after being fired at 1070 °C are given in Figure 4.

Chart 3. Receipt and Surface Properties of Glazes Containing Pottery Clay –Feldspar

Item No	Glaze Receipt		Shiny	Matte	Transparent	Opaque	Crack	Aventurine
	Hammadde	%						
1	Na. Feldspar	36	*		*		*	
	KP Clay	4						
	K. Borax	21						
	Ulexite	15						
	Lead Oxside	15						
	Lithium Carbonate	5						
	Sodium Carbonate	4						
2	Na. Feldspar	32	*		*		*	
	KP Clay	8						
	K. Borax	21						
	Ulexite	15						
	Lead Oxside	15						
	Lithium Carbonate	5						
	Sodium Carbonate	4						
3	Na. Feldspar	28	*		*		*	
	KP Clay	12						
	K. Borax	21						
	Ulexite	15						
	Lead Oxside	15						
	Lithium Carbonate	5						
	Sodium Carbonate	4						
4	Na. Feldspar	24	*		*		*	
	KP Clay	16						
	K. Borax	21						
	Ulexite	15						
	Lead Oxside	15						
	Lithium Carbonate	5						
	Sodium Carbonate	4						
5	Na. Feldspar	20	*		*			
	KP Clay	20						
	K. Borax	21						
	Ulexite	15						
	Lead Oxside	15						
	Lithium Carbonate	5						
	Sodium Carbonate	4						
6	Na. Feldspar	16	*		*			*
	KP Clay	24						
	K. Borax	21						
	Ulexite	15						
	Lead Oxside	15						
	Lithium Carbonate	5						
	Sodium Carbonate	4						

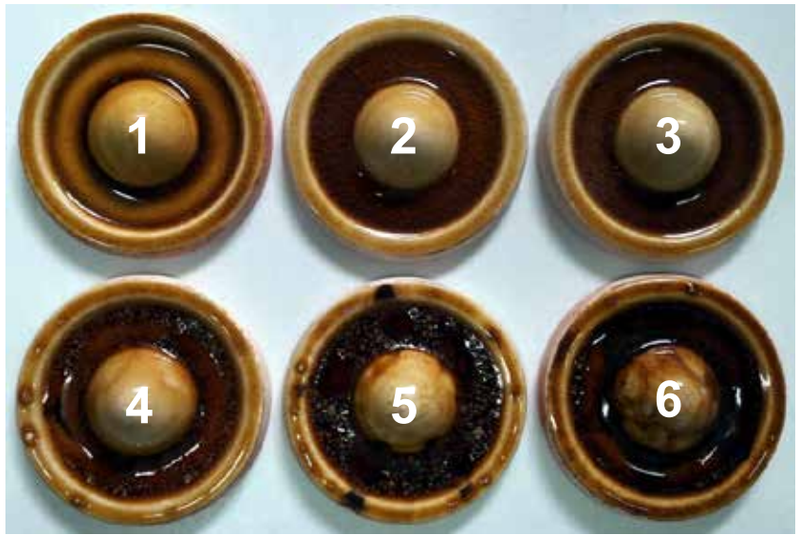


Figure 4. Fired Results of Glazes Containing Pottery Clay – Feldspar

When surface properties of glazes in Chart 3 and images of glazes after being fired in oxidation environment in Figure 4 were analyzed, it was seen that the more the amount of Karacasu pottery clay was, the colors of glazes turned from light brown to dark brown. A lot of glaze crack occurred in the glaze receipts containing less than 20% Karacasu pottery clay, and blisters occurred in the glazes with more than 20% pottery clay and glazes did not demonstrate aventurine properties. However, as it can be seen in Figure 4, partial aventurine glaze occurred when 24% of Karacasu pottery clay was used in the receipts (Chart 3, No:6). Image related to obtained aventurine glaze is given in Figure 5.

Figure 5. Aventurine Glaze Detail

3.3. Aventurine Glazes Containing Pottery Clay –Iron Oxide

Receipt compounds and surface properties of the glazes containing "pottery clay –iron oixde" that was prepared to analyze the effects of pottery clay on aventurine glaze properties are given in Chart 4, results after being fired at 1070 °C are given in Figure 6.

Chart 4. Receipt and Surface Properties of Glazes Containing Pottery Clay –Iron oxide

Item no	Glaze Receipt		Shiny	Matte	Transparent	Opaque	Crack	Aventurine
	Raw material	%						
1	Ulexite	26	*		*		*	
	KP Clay	4						
	Na. Feldspar	36						
	Boric Acid	11						
	Lithium Carbonate	8						
	Quartz	15						
	Iron Oxide	6						
2	Ulexite	22	*		*		*	
	KP Clay	8						
	Na. Feldspar	36						
	Boric Acid	11						
	Lithium Carbonate	8						
	Quartz	15						
	Iron Oxide	8						
3	Ulexite	14	*		*		*	
	KP Clay	12						
	Na. Feldspar	36						
	Boric Acid	11						
	Lithium Carbonate	8						
	Quartz	15						
	Iron Oxide	10						
4	Ulexite	10	*	*		*	*	*
	KP Clay	16						
	Na. Feldspar	36						
	Boric Acid	11						
	Lithium Carbonate	8						
	Quartz	15						
	Iron Oxide	12						
5	Ulexite	6	*	*		*	*	*
	KP Clay	20						
	Na. Feldspar	36						
	Boric Acid	11						
	Lithium Carbonate	8						
	Quartz	15						
	Iron Oxide	14						
6	Ulexite	2	*			*	*	*
	KP Clay	24						
	Na. Feldspar	36						
	Boric Acid	11						
	Lithium Carbonate	8						
	Quartz	15						
	Iron Oxide	16						

Figure 6. Fired Results of Glazes Containing Pottery Clay – Iron oxide

When surface properties of glazes in Chart 4 and images of glazes after being fired in oxidation environment in Figure 6 were analyzed, it was seen that the more the amount of Karacasu pottery clay was, the colors of glazes turned from light brown to dark brown. Aventurine properties occurred on glazes when the glaze receipts contained less than 20% Karacasu pottery clay. Additionally glaze cracks occurred in these glazes. However, as it can be seen in Figure 6, aventurine glaze formation occurred and cracks were eliminated when 20% of Karacasu pottery clay was used in the receipts (Chart 4, No: 4). When the amounts of Karacasu pottery clay and iron oxide increased, aventurinization became clearer. When the amount of Karacasu pottery clay was over 20%, the glazes had aventurine properties however; it had a matte surface property. Image related to obtained aventurine glaze is given in Figure 7.

Figure 7. Aventurine Glaze Detail

4. RESULTS

Generally, glazes demonstrating aventurine properties and with colors ranging from light brown to dark brown were obtained depending on the amount of Karacasu pottery clay in both first and second group glazes.

In the first group of glaze tests, aventurinization started with the use of 16% Karacasu pottery clay and 6% iron oxide in the receipts, aventurinization continued when the amount of Karacasu pottery clay increased. However, when this amount was increased, the color of the glaze got darker and partial flocculation occurred.

In the second group of glaze tests, a lot of glaze cracks occurred when Karacasu pottery clay was under 20% in the receipts; when the amount is more than 20%, glaze blisters occurred and the glazes did not demonstrate aventurine properties. This situation indicates that using Karacasu pottery clay alone in the glaze compounds is not enough for the formation of aventurine glaze.

In the third group of tests glaze, Karacasu pottery clay and iron oxide were used together and aventurine glazes were obtained. However, when the amount of aKaracasu pottery clay was over 20%, the clay demonstrated a matte surface property.

It is determined that Karacasu pottery clay can be used as a raw material in aventurine glazes in accordance with the glaze compound. However, using it alone in aventurine glazes is not enough as a colorant, if it is used along with iron oxide, aventurine glazes will be obtained.

REFERENCE

[1] Çizer S., Batı Anadolu'da Geleneklerini Koruyan Bir Çömlekçilik Merkezi; Karacasu, Dokuz Eylül University , G. S. F. Department of Ceramics, İzmir.

[2] Kişioğlu A., Geleneksel Karacasu Çömlekçiliği, Seramik Ana Sanat Dalı Yüksek Lisans Tezi , Dokuz Eylül University Faculty of fine arts, İzmir – 2006, s.53.

[3] Wood, N., Chinese Glazes, Their Orgins, Chemistry and Re-Creation, The University of Pennsylvania Press, 2007, s.399.

[4] Genç S., Sır Sanatı: Artistk seramik Sırları, Boyut Matbaacılık, İstanbul, 2013, s.148

[5] Arcasoy, A., Seramik Teknolojisi, Marmara University Fine Arts Faculty Yayın No:2, İstanbul, 1983, s.235.

[6] Britt, J., The Complete Guide to High-Fire Glazes, A Division of Sterling Publishing Co. Inc. New York, 2007, s.138.

[7] http://docplayer.biz.tr/6135533-1-karacasu-comlekciliginin-kisa-tarihi.html
(Erişim tarihi: 10.05.2017)

[8] http://www.yeniasir.com.tr/sarmasik/2011/10/02/karacasu-comlegi-yeniden-hayat-bulacak
(Erişim tarihi: 10.05.2017)

BİLDİRİ

KARACASU ÇÖMLEKÇİ KİLİNİN AVENTURİN SIR ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

Ensar TAÇYILDIZ[1], Halil İbrahim ÇAKIR [2]

[1]Anadolu Üniversitesi Porsuk Meslek Yüksekokulu, Eskişehir, Türkiye
[2] Adnan Menderes Üniversitesi Karacasu Memnune İnci Meslek Yüksekokulu, Aydın, Türkiye

ÖZET

Sırlarda renklendirici olarak çömlekçi kilinin kullanılması ve farklı tekniklerde pişirilmesi sırlara önemli özellikler kazandırmıştır. Demir oksit içerikli killer birçok seramik bünye için safsızlık (impürite) olarak kabul edilmesine rağmen, seramik sırlarının renklendirilmesinde önemli ölçüde kullanılır. Bu killer sırlarda hammadde olarak kullanıldığında, sırın bileşimine bağlı olarak renk ve yüzey özelliklerinde önemli değişikliklere neden olurlar. Pişirme atmosferine bağlı olarak, pişirme sırasında birçok kimyasal reaksiyon gerçekleşir, sır ve sır yüzey özellikleri değişime uğrar. Karacasu çömlekçi kilinin fiziksel özellikleri, kimyasal içeriği, renklendirici kapasitesi nedeniyle, aventurin sırlarda bir hammadde ve renklendirici olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada, Karacasu çömlekçi kili aventurin sır reçetelerine ilave edilmiş ve sır özelliklerine etkileri araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Karacasu çömlekçi kili, Sır, Aventurin, Demir oksit.

1. GİRİŞ

Karacasu, Ege Bölgesi'nde yer alan Aydın iline bağlı bir ilçe olup, bu ilçede çömlek üretiminin başlangıç tarihi kesin olarak bilinmemektedir. Ancak Karacasu'da çok eski çağlardan beri çömlek üretiminin yapıldığına tanıklık eden kanıtlar vardır. Bu kanıtlardan en önemlisi Afrodisyas Müzesi vitrinlerinde sergilenmekte olan ve yakın çevreye ait seramik buluntulardır. Bu buluntular o topraklarda yaşamış uygarlıkların birbirinden farklı kültürel kimliklerini taşımakla birlikte, bugünkü Karacasu çömlekçilik geleneğini oluşumunda zengin bir birikim ve kaynak sağlamışlardır. Bugünkü Karacasu çömlekçiliği ülkemizin hızla değişen sosyo-ekonomik koşullarına rağmen, üretiminde özgünlüğünü koruyabilmiş ender çömlek üretim merkezlerinden biridir[1].

Karacasu da çömlek üretiminin yapıldığı atölyelerin genel görünümü bizi tarih içinde yolculuğa taşıyacak özelliklere sahiptir. Üretim taş duvarlı toprak damlı atölyeler ile geniş ağızlı biçimli fırınlarda ilkel yöntemlerle yapılmaktadır. Karacasu da 1960'lı yıllarda çömlekçilikle uğraşan 80 usta var iken bugün sadece 37 usta kalmıştır. Teknolojideki yenilikler ve pazarlama sorunları nedeniyle geçimini bu çömleklerden sağlayan insanların sayısı hızla azalmaktadır[2].

Karacasu çömlekçi kilin en önemli özelliği demir oksit oranının yüksek olması ve kilin refrakter özelliği ilkel fırınlarda düşük derecede 750 800 ºC'de , elektrikli fırınlarda ise 1050-1080 ºC'ye kadar pişirilebilir ancak 1200 ºC'de pişirildiğinde deformasyon ve erime görülür. Pişirme teknolojilerinin gelişimine paralel olarak sır ve renklendirici teknolojisinde de önemli gelişmeler olmuştur. Bunun sonucunda sırda kullanılan renklendirici oksitlerden maksimum düzeyde faydalanarak, sırlarda çeşitli renk ve dokular elde edilmiştir. Ancak, sırlarda çok eskiden beri oksitler yerine renkli killerin de kullanıldığı bilinmektedir. Bu amaçla kullanılan killerden biri demir içeriği yüksek olan killerdir. Bu killerin kullanılmasıyla, kullanım oranına bağlı olarak, seramik sırlarında çok çeşitli renklerde ve dokulu sırlar üretmek mümkündür. Kil oranına ve sır bileşimine bağlı olarak sarı, yeşil, kahverengi, siyah, kırmızı, metalik renkler ve benekli sırlar üretilebilmektedir. Bilindiği gibi, demir oksit sırlarda %4'ün üzerinde kullanıldığında ergitici özellik gösterir ve sırın karakteristik özelliklerinde önemli değişikliklere neden olur[3].

Yapılan bu çalışmada, demir oksit içeriği fazla olan Karacasu çömlekçi kilinin (KÇ. Kili) alümina içeriği düşük, alkalice zengin ve demire doyurulmuş sırlar olarak adlandırılan[4,5,6]. aventurin sırlarda, hammadde olarak kullanılabileceği düşünülmüş ve çalışmalar bu bağlamda sürdürülmüştür.

2. MALZEME VE YÖNTEM

Karacasu çömlekçi kilinin aventurin sırlarda kullanılabilirliğinin araştırıldığı bu çalışmada, ilk aşamada Karacasu çömlekçi kilinin ve sır bileşiminde kullanılan diğer hammaddelerin kimyasal içeriği belirlenmiştir. Karacasu çömlekçi kili ve diğer hammaddelerin kimyasal analizi Çizelge 1'de verilmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında, aventurin sır oluşturmak amacıyla üç farklı grup sır reçetesi oluşturulmuş ve denemeler bu bağlamda sürdürülmüştür. Birinci grup sır reçetelerinde sır bileşiminde kullanılan hammadde oranları ve demir oksit miktarı sabit tutularak, çömlekçi kili artan oranlarda sır reçetelerine ilave edilmiştir. Bu sırlar "Çömlekçi kili" içeren aventurin sırlar olarak adlandırılmıştır.

İkinci grup sır reçetelerinde sodyum feldspat miktarı azaltılarak, çömlekçi kili miktarı attırılmıştır. Bu sırlar "Çömlekçi kili - feldspat" içerikli aventurin sırlar olarak adlandırılmıştır. Üçüncü grup sır reçetelerinde ise üleksit miktarı azaltılarak, çömlekçi kili ve

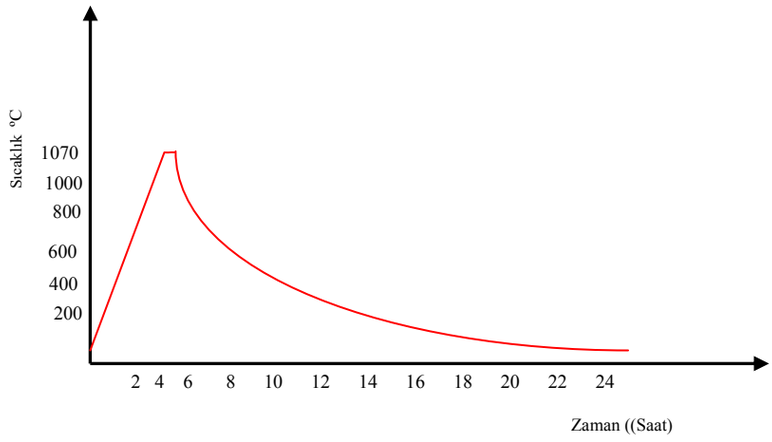
demir oksit miktarı attırılmıştır. Bu sırlar "Çömlekçi kili - demir oksit" içerikli aventurin sırlar olarak adlandırılmıştır.

Hazırlanan sır reçetelerinin her biri 100 gr kuru hammadde kapasiteli porselen hazneli jet değirmende 10 dakika süreyle öğütülmüştür. Öğütme işleminde, su oranı hammadde miktarının % 65'i olarak seçilmiştir. Öğütme sonrası 100 mesh'lik elekten geçirilen sırlar 60 mm çapında ve 7 mm kalınlığında bisküvi pişirimi yapılmış stoneware bünyeden hazırlanmış deney plakası üzerine akıtma yöntemiyle uygulanmıştır. Sırlar 1070 ºC'de, Görsel 1'de verilen pişirme eğirisine göre elektrikli kamara fırında(seramik fırını) pişirilmiştir. Pişirme işlemi sonrası, her bir grubun reçete bileşimlerine göre, aventurin sır oluşturma ve yüzey özellikleri değerlendirilmiştir.

Çizelge 1. Hammaddelerin Kimyasal Analizleri

%	KÇ.Kili	Na. Feldspat	K.Feldspat	Üleksit	Kuvars
SiO_2	65.25	67.37	66.56	___	98.30
Al_2O_3	14.69	19.48	18.96	0.85	0.36
Fe_2O_3	8.74	0.11	0.50	___	0.02
TiO_2	0.63	0.21	___	___	___
CaO	0.88	0.52	2.67	16.22	0.05
MgO	0.90	0.10	1.10	___	0.28
Na_2O	0.29	11.10	3.30	8.46	0.78
K_2O	1.15	0.79	8.97	0.20	0.29
B_2O_3	___	___	___	45.67	___
***K.K**	7.47	0.32	1.50	28.80	0.30

* Kızdırma kayıbı



Görsel 1. Fırın Pişirme ve Soğutma Eğrisi,

Yapılan çalışma da fırın türü olarak elektrikli kamara fırınlar kullanılmıştır.

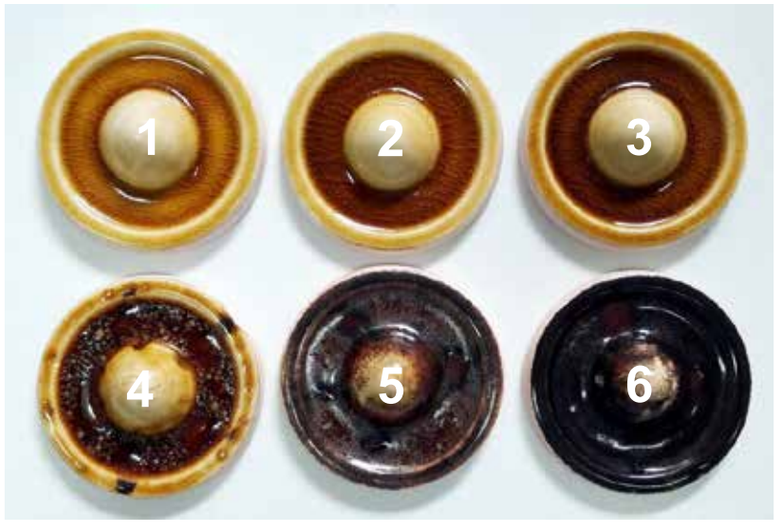
3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3.1. Çömlekçi Kili İçeren Aventurin Sırlar

Çömlekçi kilinin aventurin sır özelliklerine etkilerini araştırmak amacıyla hazırlanan "Çömlekçi kili" içeren sırların reçete bileşimi ve yüzey özellikleri Çizelge 2'de, 1070 ^{o}C'de pişirme sonrası sonuçları Görsel 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Çömlekçi Kili İçeren Sırların Reçete ve Yüzey Özellikleri

Sıra No	Sır Reçetesi		Parlak	Mat	Saydam	Opak	Çatlama	Aventurin
	Hammadde	%						
1	Na. Feldspat	35	*		*		*	
	Üleksit	15						
	Borik asit	14						
	K.Fedspat	6						
	Lityum Karbonat	8						
	Kuvars	22						
	Demir Oksit	6						
	KÇ. Kili	8						
2	Na. Feldspat	35	*		*		*	
	Üleksit	15						
	Borik asit	14						
	K.Fedspat	6						
	Lityum Karbonat	8						
	Kuvars	22						
	Demir Oksit	6						
	KÇ. Kili	10						
3	Na. Feldspat	35	*		*		*	
	Üleksit	15						
	Borik asit	14						
	K.Fedspat	6						
	Lityum Karbonat	8						
	Kuvars	22						
	Demir Oksit	6						
	KÇ. Kili	12						
4	Na. Feldspat	35	*		*		*	
	Üleksit	15						
	Borik asit	14						
	K.Fedspat	6						
	Lityum Karbonat	8						
	Kuvars	22						
	Demir Oksit	6						
	KÇ. Kili	14						
5	Na. Feldspat	35	*		*		*	*
	Üleksit	15						
	Borik asit	14						
	K.Fedspat	6						
	Lityum Karbonat	8						
	Kuvars	22						
	Demir Oksit	6						
	KÇ. Kili	16						
6	Na. Feldspat	35	*			*		*
	Üleksit	15						
	Borik asit	14						
	K.Fedspat	6						
	Lityum Karbonat	8						
	Kuvars	22						
	Demir Oksit	6						
	KÇ. Kili	18						



Görsel 2. Çömlekçi Kili İçeren Sırların Pişmiş Sonuçları

Çizelge 2'de yüzey özellikleri, Görsel 2'de oksidasyonlu ortamında pişirme sonrası görüntüleri verilen sırlar incelendiğinde, reçetede Karacasu çömlekçi kili miktarı artıkça, sırların renginin açık kahveden koyu kahverengine dönüştüğü gözlenmiştir. Demir oksittin % 6 ve Karacasu çömlekçi kili miktarının % 16'nın altında yer aldığı sırlar aventurin özellik göstermemiştir. Ayrıca bu sırlarda sır çatlağı ve az da olsa kabarcıklar oluşmuştur. Ancak Görsel 5'de de görüldüğü gibi, reçetede %16 ve üzerinde Karacasu çömlekçi kili kullanılmasıyla (Çizelge 2, No:5) aventurin sır oluşumu başlamış, çatlaklar tamamen giderilmiştir. Elde edilen aventurin sıra ait detay Görsel 3'de verilmiştir.

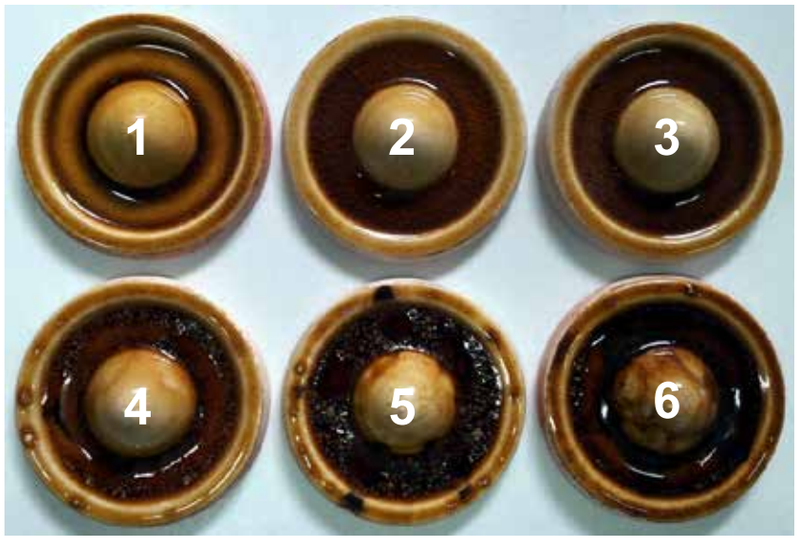
Görsel 3. Aventurin Sır Detay

3.2. Çömlekçi Kili-Feldspat İçerikli Aventurin Sırlar

Çömlekçi kilinin aventurin sır özelliklerine etkilerini araştırmak amacıyla hazırlanan "Çömlekçi kili - feldspat" içerikli sırların reçete bileşimi ve yüzey özellikleri Çizelge 3'de, 1070 ^{o}C'de pişirme sonrası sonuçları Görsel 4'de verilmiştir.

Çizelge 3. Çömlekçi Kili-Feldspat İçerikli Sırların Reçete ve Yüzey Özellikleri

Sıra No	Sır Reçetesi		Parlak	Mat	Saydam	Opak	Çatlama	Aventurin
	Hammadde	%						
1	Na. Feldspat	36	*		*		*	
	KÇ. Kili	4						
	K. Boraks	21						
	Üleksit	15						
	Sülyen	15						
	Lityum Karbonat	5						
	Sodyum karbonat	4						
2	Na. Feldspat	32	*		*		*	
	KÇ. Kili	8						
	K. Boraks	21						
	Üleksit	15						
	Sülyen	15						
	Lityum Karbonat	5						
	Sodyum karbonat	4						
3	Na. Feldspat	28	*		*		*	
	KÇ. Kili	12						
	K. Boraks	21						
	Üleksit	15						
	Sülyen	15						
	Lityum Karbonat	5						
	Sodyum karbonat	4						
4	Na. Feldspat	24	*		*		*	
	KÇ. Kili	16						
	K. Boraks	21						
	Üleksit	15						
	Sülyen	15						
	Lityum Karbonat	5						
	Sodyum karbonat	4						
5	Na. Feldspat	20	*		*			
	KÇ. Kili	20						
	K. Boraks	21						
	Üleksit	15						
	Sülyen	15						
	Lityum Karbonat	5						
	Sodyum karbonat	4						
6	Na. Feldspat	16	*		*			*
	KÇ. Kili	24						
	K. Boraks	21						
	Üleksit	15						
	Sülyen	15						
	Lityum Karbonat	5						
	Sodyum karbonat	4						



Görsel 4. Çömlekçi Kili-Feldspat İçerikli Sırların Pişmiş Sonuçları

Çizelge 3'de yüzey özellikleri, Görsel 4'de oksidasyonlu ortamında pişirme sonrası görüntüleri verilen sırlar incelendiğinde, reçetede Karacasu çömlekçi kili miktarı artıkça, sırların renginin açık kahveden koyu kahverengine doğru değiştiği gözlenmiştir. Reçetede Karacasu çömlekçi kilinin % 20'nin altında yer aldığı sırlar bol miktarda sır çatlağı görülmüş olup, bu oranın üzerindeki sırlarda ise sır kabarcıkları oluşmuştur, sırlar aventurin özellik göstermemiştir. Ancak Görsel 4'den görüldüğü gibi, reçetede % 24 oranında Karacasu çömlekçi kili kullanılmasıyla (Çizelge 3, No: 6) kısmen aventurin sır oluşurmuştur. Elde edilen aventurin sıra ait detay Görsel 5'de verilmiştir.

Görsel 5. Aventurin Sır Detay

3.3. Çömlekçi Kili- Demir Oksit İçerikli Aventurin Sırlar

Çömlekçi kilinin aventurin sır özelliklerine etkilerini araştırmak amacıyla hazırlanan "Çömlekçi kili – demir oksit" içerikli sırların reçete bileşimi ve yüzey özellikleri Çizelge 4'de, 1070 ^{o}C'de pişirme sonrası sonuçları Görsel 6'da verilmiştir.

Çizelge 4. Çömlekçi kili- Demir Oksit İçerikli Sırların Reçete ve Yüzey Özellikleri

Sıra No	Sır Reçetesi		Parlak	Mat	Saydam	Opak	Çatlama	Aventurin
	Hammadde	%						
1	Üleksit	26	*		*		*	
	KÇ. Kili	4						
	Na. Feldspat	36						
	Borik asit	11						
	Lityum Karbonat	8						
	Kuvars	15						
	Demir Oksit	6						
2	Üleksit	22	*		*		*	
	KÇ. Kili	8						
	Na. Feldspat	36						
	Borik asit	11						
	Lityum Karbonat	8						
	Kuvars	15						
	Demir Oksit	8						
3	Üleksit	14	*		*		*	
	KÇ. Kili	12						
	Na. Feldspat	36						
	Borik asit	11						
	Lityum Karbonat	8						
	Kuvars	15						
	Demir Oksit	10						
4	Üleksit	10	*	*		*	*	*
	KÇ. Kili	16						
	Na. Feldspat	36						
	Borik asit	11						
	Lityum Karbonat	8						
	Kuvars	15						
	Demir Oksit	12						
5	Üleksit	6	*	*		*	*	*
	KÇ. Kili	20						
	Na. Feldspat	36						
	Borik asit	11						
	Lityum Karbonat	8						
	Kuvars	15						
	Demir Oksit	14						
6	Üleksit	2	*			*	*	*
	KÇ. Kili	24						
	Na. Feldspat	36						
	Borik asit	11						
	Lityum Karbonat	8						
	Kuvars	15						
	Demir Oksit	16						

Görsel 6. Çömlekçi kili- Demir Oksit İçerikli Sırların Pişmiş Sonuçları

Çizelge 4'de yüzey özellikleri, Görsel 6'de oksidasyonlu pişirme ortamında pişirme sonrası görüntüleri verilen sırlar incelendiğinde, reçetede Karacasu çömlekçi kili miktarı artıkça, sırların renginin açık kahveden koyu kahverengine doğru değiştiği gözlenmiştir. Reçetede Karacasu çömlekçi kilinin % 20'nın altında yer aldığı sırlar aventurin özellik göstermemiştir. Ayrıca bu sırlarda sır çatlağı oluşmuştur. Ancak Görsel 6'dan da görüldüğü gibi, reçetede % 20'in üzerinde Karacasu çömlekçi kili kullanılmasıyla (Çizelge 4, No: 4) aventurin sır oluşumu başlamış, çatlaklar tamamen giderilmiştir, Karacasu çömlekçi kili ve demir oksit miktarının artmasıyla aventurinleşme daha belirgin hale gelmiştir. Karacasu çömlekçi kili miktarının % 20'nın üzerine çıkmasıyla, sırlar aventurin karakterli olmasına karşın mat bir yüzey özelliği kazanmıştır. Elde edilen aventurin sıra ait detay Görsel 7'de verilmiştir.

Görsel 7. Aventurin Sır Detay

4. SONUÇLAR

Genel olarak Karacasu çömlekçi kili miktarına bağlı olarak hem birinci hem de ikinci grup sırlarda oksidasyonlu pişirim ortamda, açık kahveden koyu kahverengine doğru değişen ve aventurin özellik gösteren sırlar elde edilmiştir.

Birinci grup sır denemelerinde, reçetede % 16 Karacasu çömlekçi kili ve % 6 demir oksit kullanılmasıyla aventurinleşme başlamış, Karacasu çömlekçi kili miktarı artıkça aventurinleşme devam etmiştir. Ancak Karacasu çömlekçi kili miktarın artmasıyla sırın rengi daha koyu bir hal almış ve kısmen toplanmalar meydana gelmiştir.

İkinci grup sır denemelerinde, reçetede Karacasu çömlekçi kilinin % 20'nin altında yer aldığı sırlar bol miktarda sır çatlağı görülmüş olup, bu oranın üzerindeki sırlarda ise sır kabarcıkları oluşmuştur, sırlar aventurin özellik göstermemiştir. Bu durum Karacasu çömlekçi kilinin sır bileşiminde tek başına kullanılması, aventurin sır oluşumu için yeterli olmadığını göstermektedir.

Üçüncü grup sır denemelerinde ise reçetede, Karacasu çömlekçi kili ve demir oksittin birlikte kullanılmasıyla aventurin sırlar elde edilmiştir. Ancak Karacasu çömlekçi kili miktarının % 20'nın üzerine çıkmasıyla, sırlar mat bir yüzey özelliği kazanmıştır.

Sır bileşimine bağlı olarak, Karacasu çömlekçi kilinin aventurin sırlarda bir hammadde olarak kullanılabileceği belirlenmiştir. Ancak tek başına kullanılmasının aventurin sırlarda renklendirici olarak yeterli olmadığı, demir oksit ile birlikte kullanılması durumunda aventurin sırların elde edilebileceği belirlenmiştir.

KAYNAKÇA

[1] Çizer S., Batı Anadolu'da Geleneklerini Koruyan Bir Çömlekçilik Merkezi; Karacasu, Dokuz Eylül Üniversitesi, G. S. F. Seramik Bölümü, İzmir.

[2] Kişioğlu A., Geleneksel Karacasu Çömlekçiliği, Seramik Ana Sanat Dalı Yüksek Lisans Tezi , Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi, İzmir – 2006, s.53.

[3] Wood, N., Chinese Glazes, Their Orgins, Chemistry and Re-Creation, The University of Pennsylvania Press, 2007, s.399.

[4] Genç S., Sır Sanatı: Artistk seramik Sırları, Boyut Matbaacılık, İstanbul, 2013, s.148

[5] Arcasoy, A., Seramik Teknolojisi, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Yayın No:2, İstanbul, 1983, s.235.

[6] Britt, J., The Complete Guide to High-Fire Glazes, A Division of Sterling Publishing Co. Inc. New York, 2007, s.138.

[7] http://docplayer.biz.tr/6135533-1-karacasu-comlekciliginin-kisa-tarihi.html
(Erişim tarihi: 10.05.2017)

[8] http://www.yeniasir.com.tr/sarmasik/2011/10/02/karacasu-comlegi-yeniden-hayat-bulacak
(Erişim tarihi: 10.05.2017)

THE EFFECT OF NEPHELINE SYENITE USAGE AS THE ALTERNATIVE RAW MATERIALS IN THE PRODUCTION OF CERAMIC FLOOR TILE

Abdulkadir YORGUN[1], Tuna AYDIN[1]

[1] Kirikkale University, Engineering Faculty,
Metallurgy and Material Engineering Department
Kirikkale / TURKEY

Abstract

Nepheline syenite is used as a fluxing agent in the ceramic industry instead of feldspars as an alkali source. In this study, 1%, 2% and 3% of nepheline syenite will be used instead of feldspar used in ceramic floor tile composition. Samples were prepared under the industrial conditions. Bodies were sintered in industrial roller kiln at 1150 ºC. Technological properties such as shrinkage, water absorption and bending strength were investigated. In addition, thermal and microstructure properties of the samples were examined. As a result, bodies containing nepheline syenite show superior technological properties compared to the standard body.

Keywords: Nepheline syenite, ceramic tile, porosity, microstructure

1. INTRODUCTION

Ceramic tiles are obtained by mixing raw materials such as clay, alkali feldspar (sodium and / or potassium) and quartz at a certain ratio and firing between 1145°C-1200°C. Boric acid, spodumene, glass-ceramics and waste glass are used as sintering aid fluxing agent. The final product obtained as a result of sintering consists of residual phases such as mullite, quartz and albite embedded in the glassy phase [1, 2]. Today, many studies have been carried out on the development of ceramic tiles. In particular, studies on reducing energy costs and using alternative sources of raw materials are gaining importance. Especially sintering aid fluxing raw materials can be used both in reducing energy costs and as an alternative raw material source [3]. Nepheline syenite is a light colored, medium grain sized holocrystalline. Nepheline syenite is mostly made of alkali feldspars such as sodium feldspar and potassium feldspar and microcline and does not contain quartz [4]. In this study, mechanical, thermal and microstructural properties of the bodies were investigated using nepheline syenite at 1%, 2%, and 3% by weight instead of sodium feldspar used in a standard ceramic tile composition.

2. EXPERIMENTAL STUDIES.

Nepheline syenite has been used instead of sodium feldspar at certain ratios (maximum 3% by weight) in a standard ceramic floor tile receipt consist of clay, kaolin, sodium feldspar and quartz raw materials. The raw materials were ground in in ball mills (60% solids) up to 63% of the sieve bottom being obtained below 1%. After that slip was dried at oven. The masse was shaped with dimensions of 50 mm x 100 mm by applying a pressure of 400 kg / cm^2 with a uniaxial dry press. Green bodies were sintered at 1150 ºC for 72 minutes under the industrial conditions. The technological properties of the samples, phase and chemical analysis and thermal (sintering and thermal expansion coefficient) analyzes were carried out in Canakkale Ceramic R & D center laboratories. Raw material chemical analyses were carried out using Panalytical Axios brand XRF instrument, the sintering behavior was investigated using a Netch DIL 402E dilatometer and phase analyses are carried out using Panalytical X 'Pert Pro MPD diffractometer model XRD. Microstructure images were carried out at Erciyes University (TAUM) using LEO 440 Computer Controlled Digital brand and model SEM device.

3. RESULT AND DISCUSSION

3.1. Chemical analysis (XRF)

The chemical analyses of raw materials are given in Table 1. As seen raw material chemical analyses, nepheline syenite contains larger amount of Al_2O_3 and K_2O compared with sodium feldspar.

Table 1. The chemical analyses of raw materials (Lol: loss of ignition)

	Lol.	**SiO_2**	**Al_2O_3**	**Fe_2O_3**	**TiO_2**	**CaO**	**MgO**	**Na_2O**	**K_2O**
Kaolin	10.000	65.000	23.000	0.500	0.500	0.200	0.150	0.200	0.300
Na feldspar	0.500	71.100	17.400	0.050	0.240	0.600	0.100	9.360	0.340
Quartz	0.430	97.640	0.730	0.180	0.030	0.100	0.010	0.010	0.470
Clay	8.500	59.000	25.000	1.000	1.500	0.600	0.700	0.600	2.700
Nepheline syenite	1.89	61.5	20.29	1.08	0.17	1.68	0.22	4.37	8.2

3.2. Technological properties

Technological properties of samples were given in Table 2. Bulk densities of the samples increased with the addition of nepheline syenite compared with standard

body. An increase in fired shrinkage values was determined depending on the increase in bulk density. The bending strength values are decreased compared to the standard body. As seen on colour analysis values, the addition of nepheline syenite is not a negative effect on the colour of the body. The addition of nepheline syenite increased green strength compared to standard body

Table 2. Technological properties

Sample	Bulk density gr/cm^3	Colour analysis			Water abs. (%)	Firing shrinkage (%)	Green strength (kg/cm^2)	Bending strength (kg/cm^2)
		L	a	b				
STD	2.18	78.75	1.28	10.14	4.80	4.78	6.91	353.2
A1	2.196	81.51	1.41	10.09	4.70	5.16	9.62	306
A2	2.231	77.4	1.41	9.94	4.21	5.15	9.21	211.1
A3	2.186	78.62	1.43	9.73	4.68	4.38	9.62	260.1

Thermal expansion coefficients of the samples were given in Table 3. Thermal expansion coefficient of the samples decreased with the addition of nepheline syenite.

Table 3. Thermal expansion coefficients of the samples

Sample	Thermal expansion coefficients (α) $10^{-6}K^{-1}$			
	300	400	500	600
STD	6.01	6.22	6.39	6.82
A1	5.84	6.01	6.19	6.66
A2	5.87	6.16	6.35	6.75
A3	5.91	6.02	6.11	6.36

3.3. Phase analysis (XRD)

The results of the X-ray diffraction analysis in order to determine the phases in the bodies are given in Figure 1. As seen figure, quartz, mullite and glassy phase were detected in STD body. The amount of glassy phase increased with the addition of nepheline syenite. The increase in the glassy phase is due to the increase in the amount of liquid phase during the sintering. Nepheline syenite as a fluxing agent results in an increase in liquid phase. The increase in the glassy phase results in pore-filling and in this case an increase in bulk density [2].

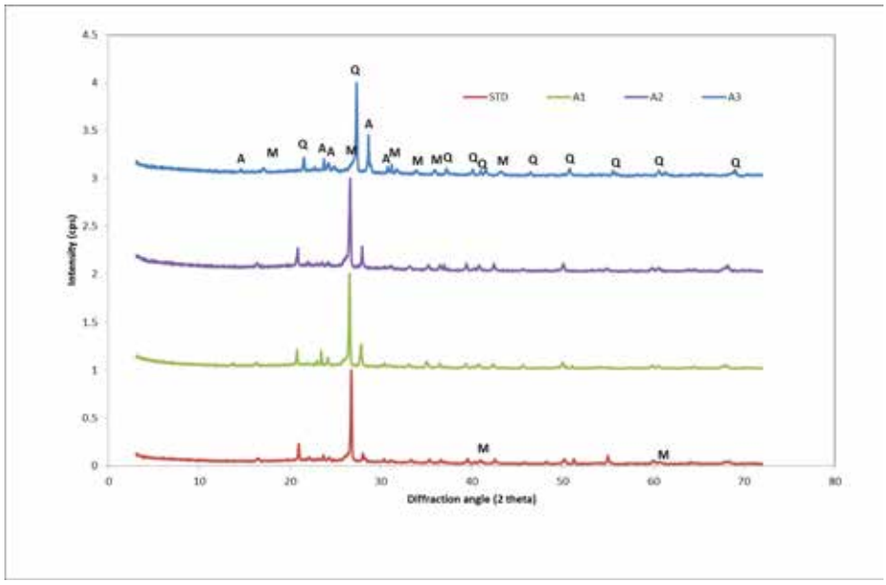


Figure 1. X-ray diffraction analysis curves, A: albite, M: mullite, Q: quartz

3.4. Sintering behaviour

The sintering behaviours of the samples were investigated in order to observe the changes, such as the phases formed and the phase transformations that the materials underwent during the firing process. As seen on the sintering curves of the bodies in Figure 2, it was found that the standard body and the nepheline syenite-containing bodies started sintering between 900 ° C and 1000 ° C. Standard body and nepheline syenite-containing bodies exhibit similar sintering behaviour [5].

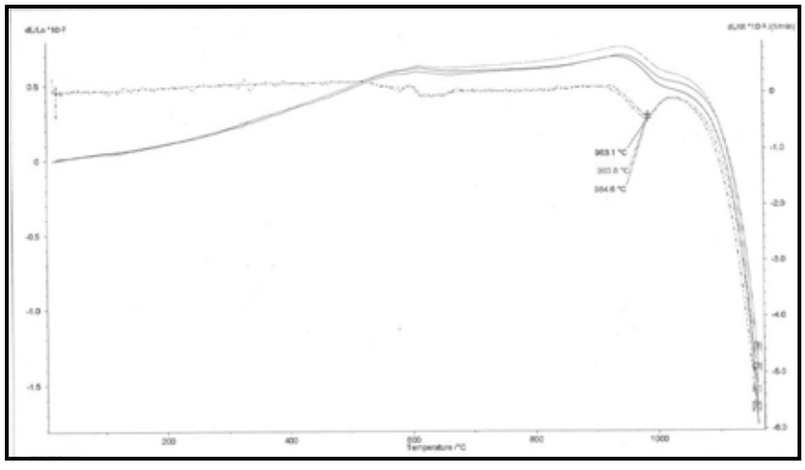


Figure 2. Sintering curves of A1-A2 and A3 bodies

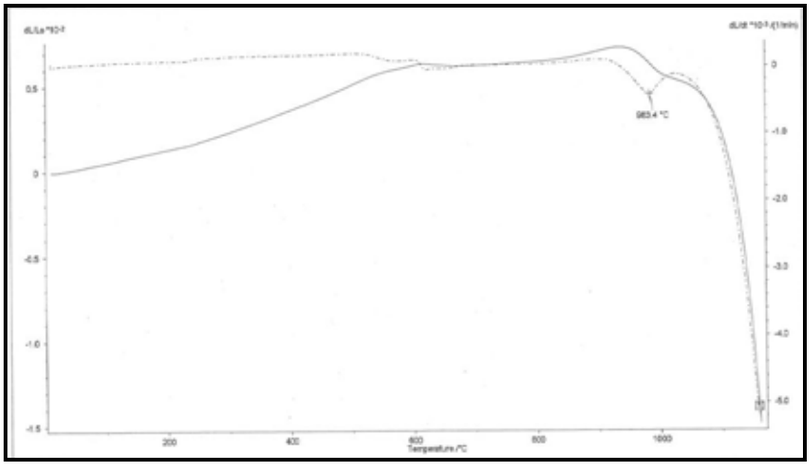


Figure 3. Sintering curves of STD body

3.6. Microstructure analysis (SEM)

In order to investigate the effects of nepheline syenite on the microstructure, fractured surfaces of the bodies were etched in 5% HF acid solution for about 45 seconds. After that, sample surfaces are coated with Au-Pd. Micrograph of the bodies are given in Figure 4, Figure 5, Figure 6, Figure 7 and Figure 8. As seen micrograph of STD body which obtained by using secondary electrons, quartz, primary mullite and albite crystals embedded in glassy phase are detected. The mullite crystals formed in the clay residue are the primary mullite crystals [6]. There are numerous, spherical and non-spherical closed pores in the image of the standard internal microstructure.

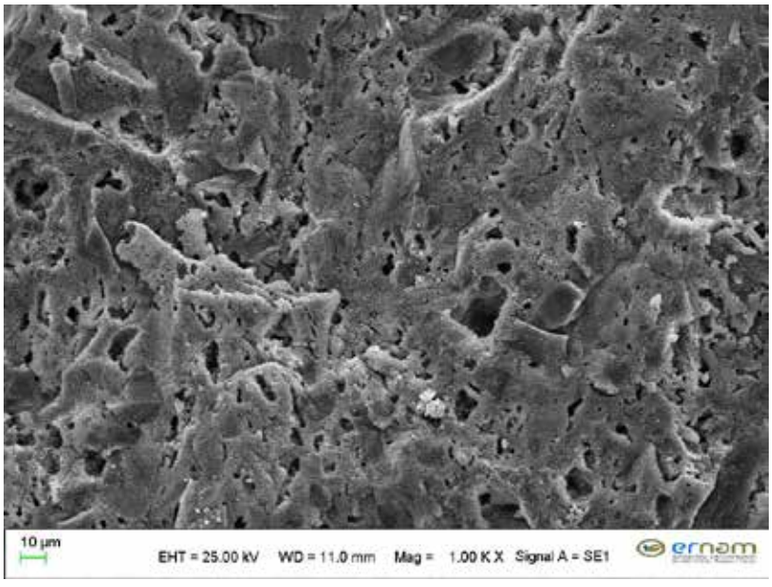


Figure 4. Micrographs of STD body.

Figure 5 is micrograph of A1 body. Quartz, primary mullite and albite crystals embedded in glassy phase are also observed in A1 body, as found in the STD body. The porosity decreased slightly compared to the standard as seen on Figure 5. The reason for this reduction in porosity is that nepheline syenite improves the amount of liquid phase by means of the melting properties and fills the pores [1].

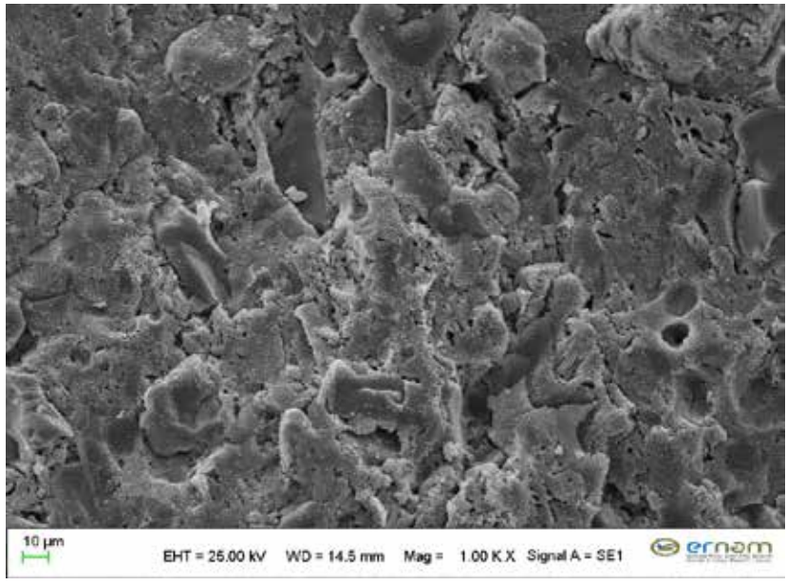


Figure 5. Micrographs of A1 body.

Micrograph of A2 body is given in Figure 6. Quartz, primary mullite and albite crystals embedded in glassy phase were also detected in A2 body. Secondary mullite crystals started to form with the addition of nepheline syenite in Figure 7. Secondary mullite crystals are characterized with needle-like shapes [7].

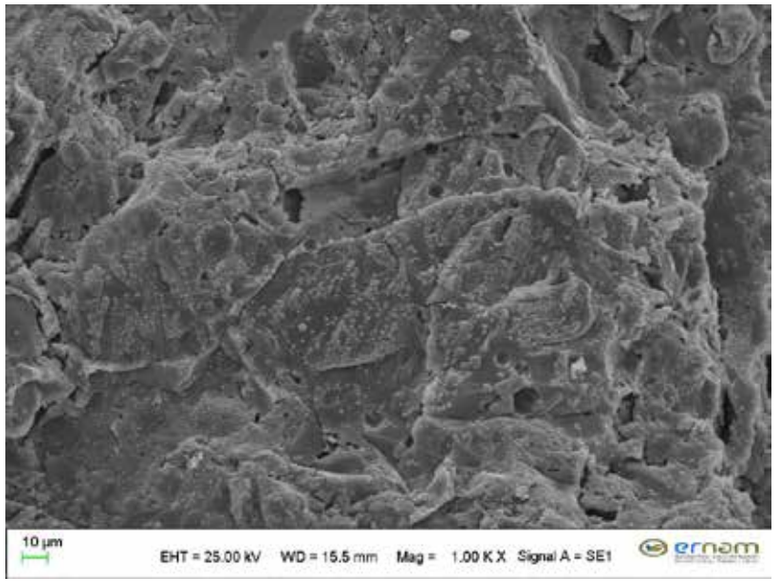


Figure 6. Micrographs of A2 body

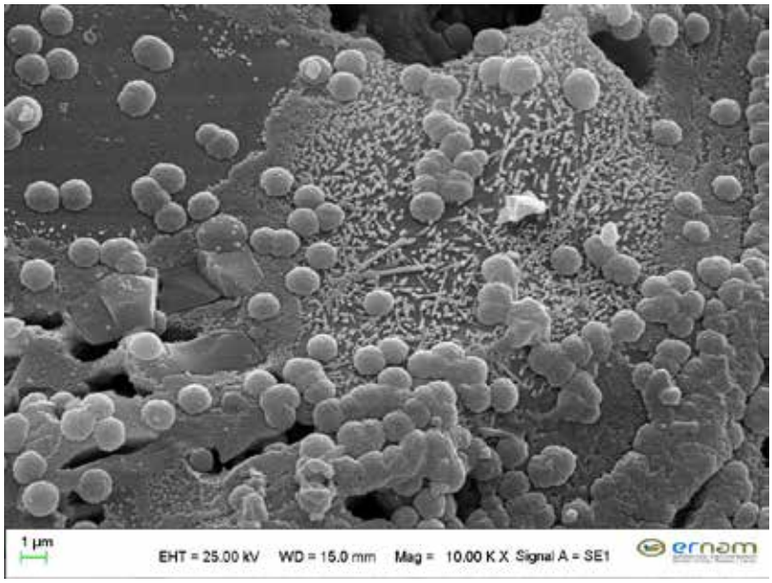


Figure 7. Micrographs of A2 body

Figure 8 is the micrograph of A3 body. Larger amount of nepheline syenite cause an increase in secondary mullite formation. Larger amount of liquid phase resulted in a decrease in porosity.

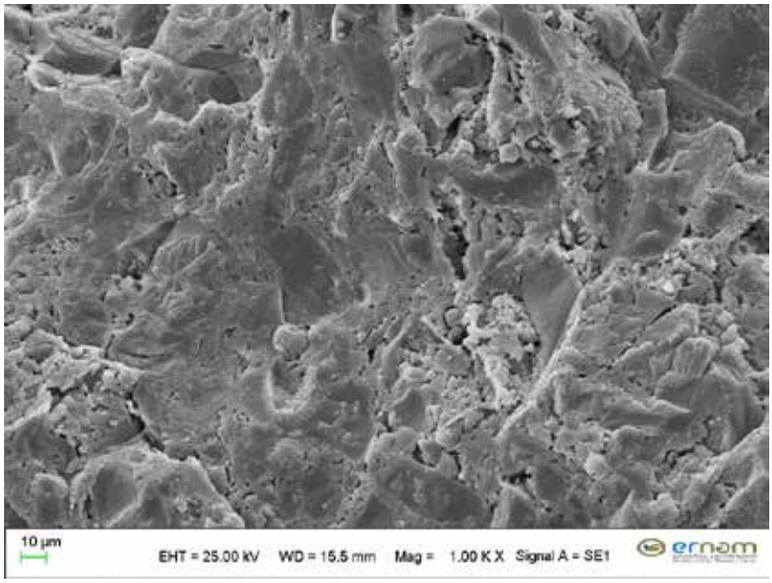


Figure 8. Micrographs of A3 body

4. CONCLUSION

Alternative raw material sources have an important role in reducing raw material cost due to the increasing in production of ceramic tiles and correspondingly

increasing raw material needs. In this study, it was aimed to use nepheline syenite as an alternative raw material in the production of ceramic tiles. In the study, nepheline syenite was used instead of sodium feldspar used in a standard porcelain tile composition in ratio of 1%, 2% and 3% by weight. As a result of this study, bulk density increased with the addition of nepheline syenite compared to standard body. Parallel to this increase, a decrease in water absorption values was detected. Compared to the standard body, the bending strengths of nepheline syenite-containing bodies were decreased. However, the green strengths of samples increased with the addition of nepheline syenite. This increase in green strengths will provide an advantage in reducing losses during production. The sintering behaviours of the prepared bodies were similar to the standard body. As a result, in this study, it was shown that nepheline syenite can be used as an alternative raw material in the production of ceramic floor tile.

ACKNOWLEDGEMENT

This study is supported by Kırıkkale University Coordination Unit for Scientific Research Projects with project number 2015/079.
We would like to thank Kale Ceramic R & D Center for their support in this work.

REFERANCES

[1] Aydin, T., Spodumen Katkılı Porselen Karoların Lekelenme Davranışının İncelenmesi, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Eskişehir, 2012
[2] Souza A.J., Pinheiro B.C.A., Holanda J.N.F., Sintering Behavior of Vitrified Ceramic Tiles Incorporated with Petroleum Waste, Sintering Applications, InTech, 2013, http://dx.doi.org/10.5772/53256
[3] Tarhan, M., Porselen karo bünyelerinde sinterleme hızı-kompozisyon ilişkileri, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2010
[4]http://www.resourcesandenergy.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0010/238177/Nepheline.pdf (Erişim Tarihi : 05.07.2017)
[5] Zanelli, C., Raimondo, M., Dondi, M., Guarini, G., Sintering Mechanism of Porcelain Stoneware Tiles, Qualicer 2004, I, 247-250, Castellon, Spain, 2004
[6] Cam W.M, Senapati U., Porcelain-Raw Materials, Processing, Phase Evolution, and Mechanical Behavior, J. Am. Ceram. Soc., 81, [1],3-20,1998
[7] Tarhan B., Tarhan M., Aydin T., Reusing sanitaryware waste products in glazed porcelain tile production, Ceramics International, 43, 3107-31112, 2017

SERAMİK YER KAROSU ÜRETİMİNDE ALTERNATİF HAMMADDE OLARAK NEFELİNLİ SİYENİT KULLANIMININ BÜNYE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Abdülkadir YORGUN[1], Tuna AYDIN[1]

[1] Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü,
Kırıkkale / TÜRKİYE

ÖZET

Nefelinli siyenit, alkali kaynağı olarak feldspatların yerine seramik endüstrisinde ergitici olarak kullanılır. Bu çalışma kapsamında porselen karo kompozisyonunda kullanılan feldspat yerine maksimum ağırlıkça %1, %2 ve %3 nefelinli siyenit kullanılmıştır. Hazırlanan numuneler endüstriyel şartlar altında hazırlanmıştır. Bünyeler endüstriyel bir roller fırında 1150 ºC de sinterlenmiştir. Bu çalışmada numunelerin küçülme, su emme ve eğme dayanımı gibi teknolojik özellikleri de incelenmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında bünyelerin termal ve mikroyapı özellikleri de incelenmiştir. Sonuç olarak nefelinli siyenit içeren bünyelerin standart bünye kıyasla teknolojik açıdan üstün özellikler gösterdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Nefelinli siyenit, seramik karo, porozite, mikroyapı

Abstract

Nepheline syenite is used as a fluxing agent in the ceramic industry instead of feldspars as an alkali source. In this study, 1%, 2% and 3% of nephelin syenite will be used instead of feldspar used in ceramic floor tile composition. Samples were prepared under the industrial conditions. Bodies were sintered in industrial roller kiln at 1150 ºC. Tecnological properties such as shrinkage, water absorption and bending strenght were investigated. In addition, thermal and microstructure properties of the samples were examined. As a result, bodies containing nepheline syenite show superior technological properties compared to the standard body.

Keywords: Nepheline syenite, ceramic tile, porosity, microstructure

1. GİRİŞ

Seramik karolar kil, alkali feldispat (sodyum ve/veya potasyum) ve kuvars gibi hammaddelerin belirli bir oranda karıştırılması ve 1145ºC-1200ºC arasında pişirilmesi ile elde edilirler. Borik asit, spodumen, cam-seramik firitleri ve atık camlar sinterlemeye yardımcı ergitici olarak kullanılmaktadır. Sinterleme

sonucunda elde edilen nihai ürün; camsı faza gömülü olarak müllit, kuvars ve albit gibi kalıntı fazlardan oluşmaktadır [1, 2]. Günümüzde seramik karoların geliştirilmesine yönelik birçok çalışma yapılmaktadır. Özellikle enerji maliyetlerinin düşürülmesine ve alternatif hammadde kaynaklarının kullanılmasına yönelik çalışmalar öne çıkmaktadır. Bu konuda özellikle yardımcı ergitici hammaddeler; hem enerji maliyetlerinin düşürülmesinde hem de alternatif hammadde kaynağı olarak kullanılabilmektedir [3]. Nefelinli siyenit açık renkli, orta irilikte tane irililiğine sahip bir holokristalindir. Nefelinli siyenit çoğunlukla sodyum feldispat ve potasyum feldispat ve mikroklin gibi alkali feldspatlardan oluşmuştur ve kuvars içermemektedir [4]. Bu çalışmada standart bir seramik yer karosu kompozisyonunda kullanılan sodyum feldspat yerine ağırlıkça % 1, % 2, % 3 oranlarında nefelinli siyenit kullanılarak bünyelerin mekanik, termal ve mikroyapı özellikleri incelenmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Kil, kaolen, sodyum feldispat ve kuvars hammaddeleri kullanılarak oluşturulan bir standart bir seramik yer karosu reçetesi üzerinden belirli oranlarda (ağırlıkça maksimum % 3) nefelinli siyenit sodyum feldispat yerine kullanılmıştır. Deneme tartımları 1000 g. üzerinden hesaplanarak yapılmıştır. Reçete yüzdelerine göre tartımları yapılan hammaddeler, 63 μm elek bakiyesi %1'in altında elde edilinceye kadar bilyeli değirmenlerde sulu olarak (% 60 katı oranında) öğütülmüşlerdir. Daha sonra elde edilen çamur etüvde kurutulmuştur. Elde edilen masse tek eksenli kuru pres ile 400 kg/cm^2 basınç uygulanarak 50 mm x 100 mm boyutunda şekillendirilmiştir. Hazırlanan numuneler endüstriyel koşullarında 1150°C de 72 dakika süre ile pişirilmiştir. Numunelerin teknolojik özellikleri, faz ve kimyasal analizleri ve termal (sinterleme ve termal genleşme katsayısı) analizleri Çanakkale Seramik Ar-Ge merkezi laboratuarlarında yapılmıştır. Hammadde kimyasal analizleri Panalytical Axios marka XRF cihazında, sinterleme davranışları Netch DIL 402E dilatometre cihazında ve faz analizleri Panalytical marka X′ Pert Pro MPDdiffractometer model XRD cihazları kullanılarak incelenmiştir. Mikroyapı görüntüleri Erciyes Üniversitesi Taum da LEO 440 Computer Controlled Digital marka ve model SEM cihazında alınmıştır.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. Kimyasal analiz (XRF)

Hammadde kimyasal analizleri analizleri Çizelge 1 de verilmiştir. Hammadde kimyasal analizlerinden görüldüğü üzere nefelinli siyenit; sodyum feldspata kıyasla yüksek oranda Al_2O_3 ve K_2O içermektedir.

Çizelge 1. Porselen karo hammadde kimyasal analizleri

	A.Z.	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	Na_2O	K_2O
Kaolen	10.000	65.000	23.000	0.500	0.500	0.200	0.150	0.200	0.300
Na feldispat	0.500	71.100	17.400	0.050	0.240	0.600	0.100	9.360	0.340
Kuvars	0.430	97.640	0.730	0.180	0.030	0.100	0.010	0.010	0.470
Kil	8.500	59.000	25.000	1.000	1.500	0.600	0.700	0.600	2.700
Nefelinli siyenit	1.89	61.5	20.29	1.08	0.17	1.68	0.22	4.37	8.2

3.2. Teknolojik özellikler

Numunelere ait teknolojik özellikler Çizelge 2 de sunulmuştur. Artan nefelinli siyenit ilavesi ile beraber standart bünyeye kıyasla numunelerin yoğunluklarında artış olduğu tespit edilmiştir. Yoğunluklardaki artışa bağlı olarak pişme küçülme değerlerinde artış tespit edilmiştir. Mukavemet değerlerinde ise standart bünyeye kıyasla azalma görülmektedir. Renk analizi sonuçları incelendiğinde nefelinli siyenit ilavesinin bünye rengi üzerine olumsuz bir etkisi olmadığı görülmektedir. Nefelinli siyenit ilavesi ham mukavametlerde standart bünyeye kıyasla artış sağlamıştır.

Çizelge 2. Teknolojik özellikler

Numune	Bulk yoğunluk gr/cm^3	Renk analizi			Su emme (%)	Pişme küçülmesi (%)	Ham Muka. (kg/cm^2)	Pişmiş Muka. (kg/cm^2)
		L	a	b				
STD	2.18	78.75	1.28	10.14	4.80	4.78	6.91	353.2
A1	2.196	81.51	1.41	10.09	4.70	5.16	9.62	306
A2	2.231	77.4	1.41	9.94	4.21	5.15	9.21	211.1
A3	2.186	78.62	1.43	9.73	4.68	4.38	9.62	260.1

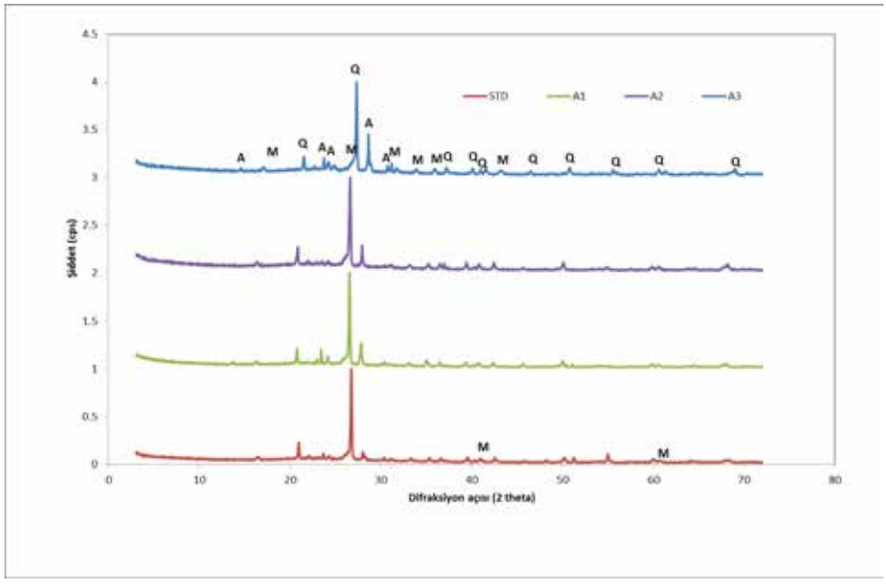
Numunelere ait termal genleşme analizi sonuçları Çizelge 3 de verilmiştir. Nefelinli siyenit ilavesi ile beraber standart bünyeye kıyasla termal genleşme katsayılarında azalma olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Termal genleşme katsayısı

Numune	Termal genleşme katsayısı (α) $10^{-6}K^{-1}$			
	300	400	500	600
STD	6.01	6.22	6.39	6.82
A1	5.84	6.01	6.19	6.66
A2	5.87	6.16	6.35	6.75
A3	5.91	6.02	6.11	6.36

3.3. Faz analizi (XRD)

Bünyelerde oluşan fazların tespit edilmesi için yapılan X ışınları difraksiyon analizi sonuçları Görsel 1.'de verilmiştir. Görsel de görüldüğü üzere standart bünyede kuvars, müllit ve camsı faz tespit edilmiştir. Artan oranlarda nefelinli siyenit ilavesi geliştirilen bünyelerde camsı fazda artışa neden olmuştur. Camsı fazdaki bu artış nefelinli siyenitin aktif bir ergitici olarak sinterleme esnasında sıvı faz miktarını artırmasından kaynaklanmaktadır. Camsı fazdaki bu artış gözeneklerin kapanmasını sağlamış ve bu durumda bulk yoğunluklarda da artışa neden olmuştur [2].

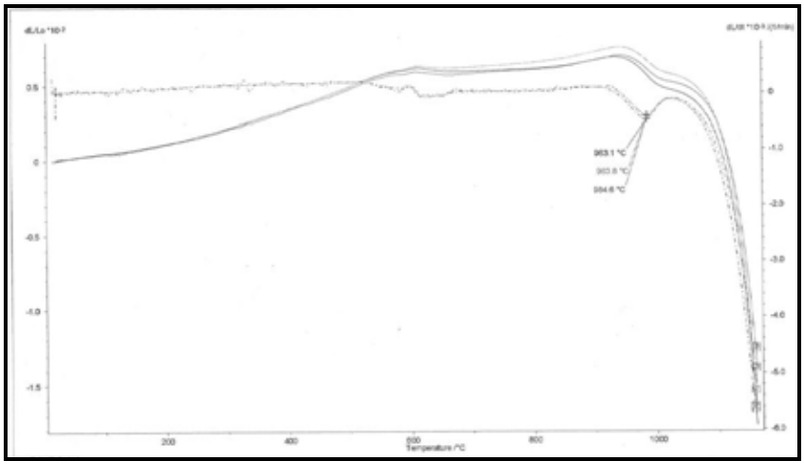


Görsel 1. Bünyelere Ait XRD Analizi Sonuçları, A: albit, M: müllit, Q: kuvars

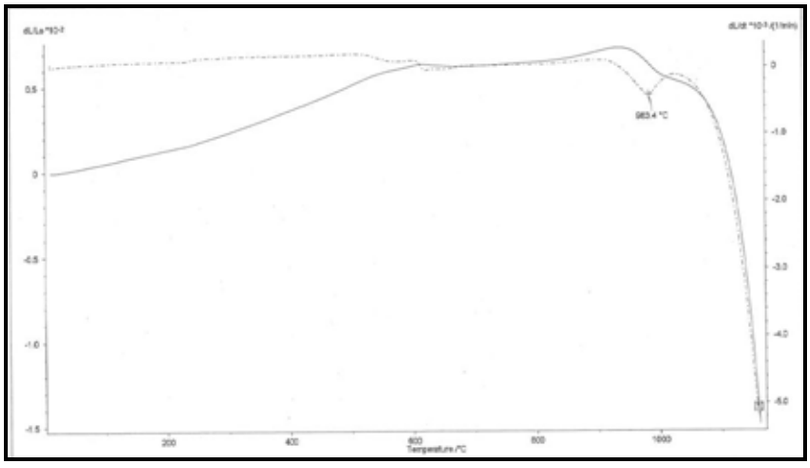
3.4. Sinterleme davranışının analizi

Bünyelerin pişirim prosesi boyunca geçirdiği değişimleri, oluşan fazları ve faz dönüşümlerini görebilmek amacıyla numunelerin sinterleme davranışları

incelenmiştir. Görsel 2'de bünyelere ait sinterleme eğrileri incelendiğinde, standart bünye ve nefelinli siyenit içeren bünyelerin 900 °C-1000 °C arasında sinterlemeye başladığı tespit edilmiştir. Standart bünye ve nefelinli siyenit içeren bünyeler benzer sinterleme davranışı göstermektedir [5].



Görsel 2. A1-A2 ve A3 Numunelerine ait Sinterleme Eğrileri

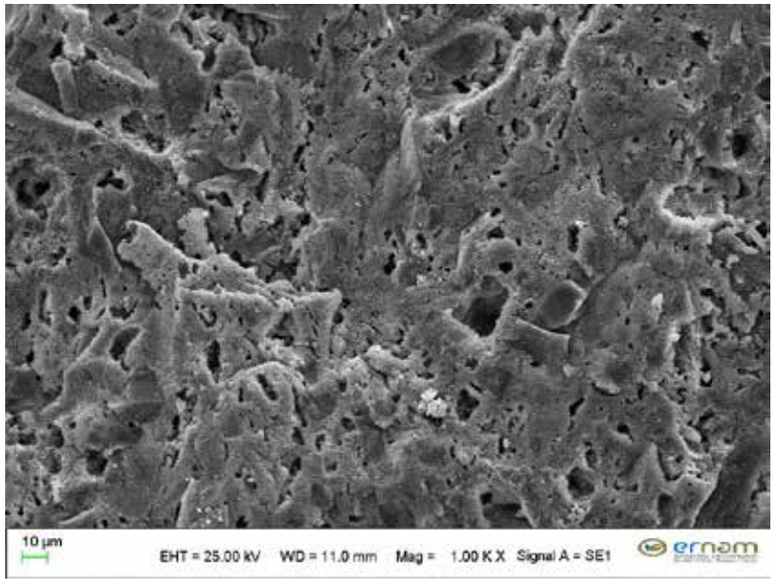


Görsel 3. STD Numunesine ait Sinterleme Eğrileri

3.6. Mikroyapı analizi (SEM)

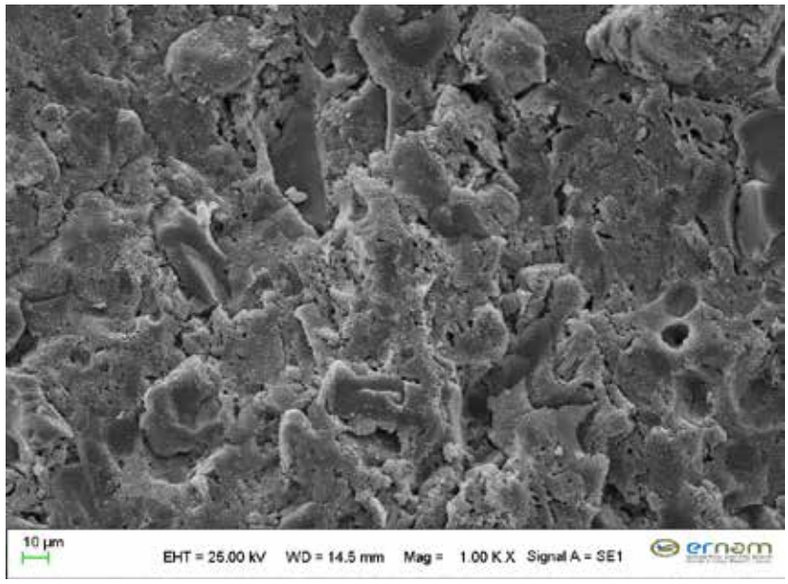
Nefelinli syenit ilavesinin bünye mikroyapısı üzerine etkilerinin araştırılması amacıyla bünyelerin kırık yüzeyleri %5 HF asit solüsyonunda yaklaşık 45 saniye süre ile daldırılarak dağlanmıştır. Dağlama işleminin sonrasında numune yüzeyleri Au-Pd ile kaplanmıştır. Görsel 4, Görsel 5, Görsel 6, Görsel 7 ve Görsel 8 de bünyelere ait mikro yapı görüntüleri verilmiştir. İkincil elektrolar kullanarak elde edilen standart bünyeye mikroyapı görüntüsü incelendiğinde camsı faza gömülü olarak kuvars, birincil müllit ve albit kristalleri görülmektedir. Kil kalıntı fazlarının

içinde oluşan müllit kristalleri birincil müllit kristalleridir [6]. Standart bünyeye ait mikroyapı görüntüsünde çok sayıda ve küresel ve küresel olmayan kapalı gözenekler de görülmektedir.



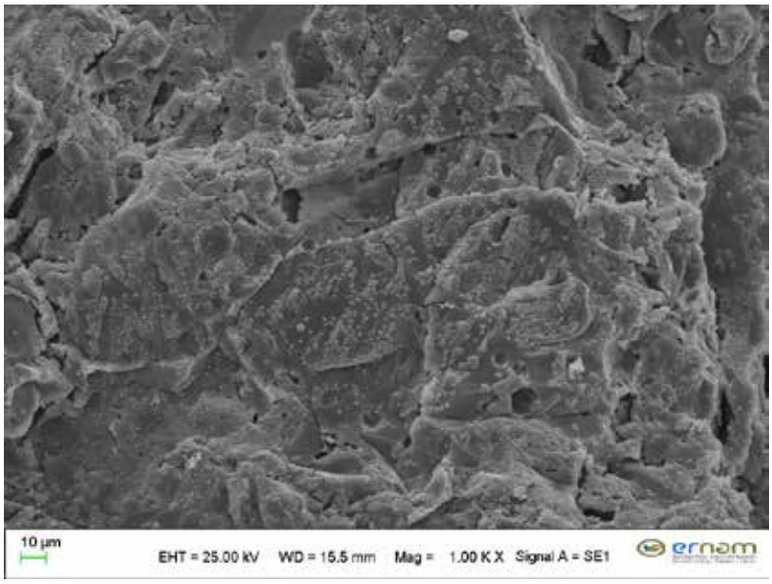
Görsel 4. Standart Bünyeye Ait Mikroyapı Görüntüsü.

Görsel 5, A1 numunesine ait ikincil elektronlar kullanılarak alınmış mikroyapı görüntüsüdür. Standart bünyede tespit edildiği gibi camsı faza gömülü olarak kuvars, birincil müllit ve albit kristalleri A1 bünyesinde de görülmektedir. Standart bünyeye kıyasla gözenekliliğin bir miktar azaldığı mikroyapı görüntülerinden tespit edilmiştir. Gözeneklilikteki bu azalmanın nedini nefelinli siyenitin ergitici özellik göstererek sıvı faz miktarını artırması ve sıvı fazında gözenekleri doldurmasıdır [1].

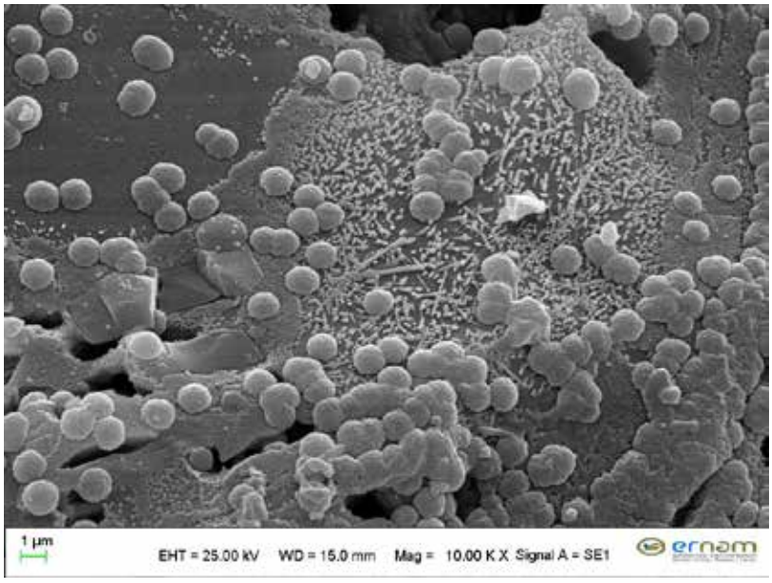


Görsel 5. A1 Bünyesine Ait Mikroyapı Görüntüsü.

A2 bünyesine ait mikroyapı görüntüsü Görsel 6'da verilmektedir. Camsı faza gömülü olarak kuvars, birincil müllit ve albit kristalleri A2 bünyesinde de görülmektedir Artan oranda nefelinli siyenit ilavesi ile beraber ikincil müllit kristallerinin oluştuğu Görsel 7 deki mikroyapı görüntüsünden de görülmektedir. Ayrıca camsı faza gömülü olarak ikincil müllit kristalleri de görülmektedir. İkincil müllit kristalleri iğnemsi şekilleri ile karakterize edilirler [7].

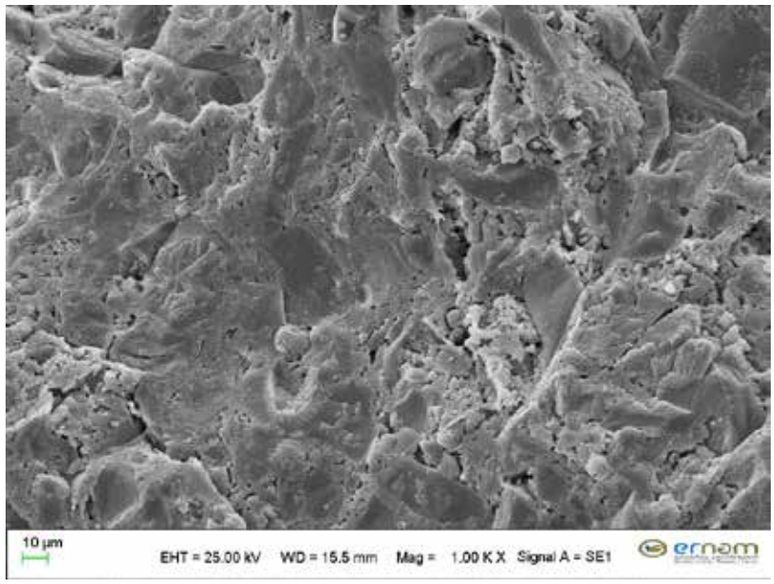


Görsel 6. A2 Bünyesine Ait Mikroyapı Görüntüsü.



Görsel 7. A2 Bünyesine Ait Mikroyapı Görüntüsü

A3 bünyesine ait mikroyapı görüntüsü Görsel 8'de verilmektedir. Daha yüksek oranda nefelinli siyenit ilavesi ile beraber daha fazla ikincil müllit kristallerinin oluştuğu görülmektedir. Artan camsı faz miktarı ile ilşkili olarak gözeneklilikteki azalma bu bünyede net bir şekilde görülmektedir.



Görsel 8. A3 Bünyesine Ait Mikroyapı Görüntüsü

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Seramik kaplama malzemelerinin artan üretim miktarları ve buna paralel olarak artan hammadde ihtiyacının karşılanmasında alternatif hammadde kaynakları hammadde kaynaklı maliyetlerin azaltılmasında önemli yer tutmaktadır. Yapılan bu çalışmada nefelinli siyenitin seramik kaplama malzemeleri üretiminde alternatif bir hammadde olarak kullanımının sağlanması amaçlanmıştır. Çalışmada standart bir porselen karo kompozisyonunda kullanılan sodyum feldspat yerine ağırlıkça % 1, % 2, % 3 oranlarında nefelinli siyenit kullanılmıştır. Yapılan bu sonucunda nefelinli siyenit kullanımı ile standart bir yer karosu bünyesine kıyasla bulk yoğunlarda artış tespit edilmiştir. Bu artışa paralel olarak su emme değerlerinde azalma tespit edilmiştir. Standart bünyeye kıyasla nefelinli siyenit içeren bünyelerin eğme dayanımlarında azalma olmuştur. Ancak nefelinli siyenit ilavesi ile ham mukavemetler artış göstermiştir. Ham mukavemetlerdeki bu artış üretim esnasındaki kayıpların azaltılmasında bir avantaj sağlayacaktır. Hazırlanan bünyelerin sinterleme davranışı standart bünye ile benzerlik göstermiştir. Sonuç olarak bu çalışmada nefelinli siyenit alternatif bir hammadde kaynağı olarak seramik yer karosu üretiminde kullanılabileceği gösterilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kırıkkale Üniversitesi bilimsel araştırma projeleri koordinasyon birimi Bünyesinde 2015/079 proje numarası ile desteklenmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Aydin, T., Spodumen Katkılı Porselen Karoların Lekelenme Davranışının İncelenmesi, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Eskişehir, 2012

[2] Souza A.J., Pinheiro B.C.A., Holanda J.N.F., Sintering Behavior of Vitrified Ceramic Tiles Incorporated with Petroleum Waste, Sintering Applications, InTech, 2013, http://dx.doi.org/10.5772/53256

[3] Tarhan, M., Porselen karo bünyelerinde sinterleme hızı-kompozisyon ilişkileri, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2010

[4]http://www.resourcesandenergy.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0010/238177/Nepheline.pdf (Erişim Tarihi : 05.07.2017)

[5] Zanelli, C., Raimondo, M., Dondi, M., Guarini, G., Sintering Mechanism of Porcelain Stoneware Tiles, Qualicer 2004, I, 247-250, Castellon, Spain, 2004

[6] Cam W.M, Senapati U., Porcelain-Raw Materials, Processing, Phase Evolution, and Mechanical Behavior, J. Am. Ceram. Soc., 81, [1],3-20,1998

[7] Tarhan B., Tarhan M., Aydin T., Reusing sanitaryware waste products in glazed porcelain tile production, Ceramics International, 43, 3107-31112, 2017

WALL TILE GLAZES

Berkay YAZIRLI[1,2], Bekir KARASU[1]

[1]Anadolu University, Faculty of Engineering, Department of Materials Science and Engineering, Eskişehir/TURKEY
[2]Kaleseramik Çanakkale Kalebodur Seramik San. A.Ş., Çanakkale/TURKEY

Abstract
Tiles are preserving their place in our daily life with the advances in their technology. They can be divided into three main categories according to their technical properties: wall tile, floor tile and porcelain tile. Wall tiles have 10 wt. % water absorption helping their bonding to walls in service. They used to be fired with the traditional double–firing cycle, then parallel to the advancing technology they become fired by the fast double–firing regime. Later, single fast–firing process has been found. Glazed wall tiles can be divided into several catagories according to light transmittance and surface morphology; transparent, glossy, satin, opaque and matte.
Keywords: Wall tile, glaze, development.

1. INTRODUCTION

Tiles are the old man–made technological products used for hygienic and aesthetic purposes in our daily life. According to archaeological findings, firstly people have begun to illustrate some drawings on the inner walls of the places they live in (Figure 1).

Figure 1. Various cave wall drawings of prehistoric times [1].

Then we see that the stones are carved and decorated, the inscriptions are processed (Figure 2), and various embossments are made (Figure 3).

Figure 2. Reliefs and inscriptions of the Egyptian and Assyrian Period [1].

Figure 3. Examples from Hittite, Greek and Roman Period wall reliefs [1].

As construction techniques evolved, antique wall mosaics emerged (Figure 4).

Figure 4. Mosaics of Zeugma [2].

The first examples of glazed tiles (Figure 5) were found at the Ishtar gate at the time of the Babylonian king Nebuchadnezzar (575 BC) [3].

Figure 5. Restored Ishtar Gate at Berlin Bergama Museum [3].

Figures 6–7 presents various images from the Ottoman Period tiles.

Figure 6. Ottoman faience [4].

Figure 7. Ottoman faience [4].

Today, with the development of production technology, modern wall tiles have taken their delicate place in our daily lives (Figure 8).

Figure 8. Today's modern wall tiles [5].

2. WALL TILES

During the 1970s and 80s, tile production was improved and traditional firing process was simplified. Later, in the time of the energy crisis emerging at the beginning of the 80s, the process was applied to the high porosity wall tiles by studying the single firing process. Double firing consists of two firing stages. The body is fired first and then fired again by applying the glaze and decor. Single firing is the process of direct production in a single thermal cycle at the same time as the green body and the glaze are fired together. The fast single–fired porous tiles can now be obtained in less than 50 minutes (30–50 minutes at 1050–1150 °C depending on composition and size), unlike one cycle used to last for about 15–20 hours [6–7]. Wall tiles are products produced by dry pressing method, obtained by single or double firing according to the firing type and having a water absorption value of more than 10 %. The firing temperatures vary according to composition, size and type. The high water absorption value ensures that the product adheres easily to wall [8–9].

Today, many scientific and technological researches are being carried out in order to give new features to traditional tiles. Hereby, the recent developments in wall tiles will be mentioned.

The Etibor Kırka Borax Co.'s concentration and derivation wastes were added into wall tile bodies and the effects of such a compositional change on the properties of final products were investigated [10–14]. Basalt powders were added to the wall tile body recipes to determine the final product structure, phase composition, physical and chemical properties [15]. Another study is about the use of blast furnace slags in the wall tile bodies [16]. Das et al. have tried to evaluate iron ore wastes in a similar manner in their wall tile body compositions [17]. The burned cesspit waste was tested in the production of wall tiles and the characterization of the final product was carried out [18]. Chandra et al. used fly ash for sintering of wall tiles at low temperature [19]. Olgun et al. have also made a study on tincal ore tailings added into the tile body composition [20]. In addition, granite waste powders have been tried to be evaluated in the production of ceramic tiles [21]. Youssef et al. have focused on the recycling of glass wastes in the production of floor and wall tiles [22]. Ay et al. have investigated the use of perlite [23–24] and magnesite rocks [25] in the production of wall tiles. They have also studied the red wall texture composition produced by the dry milling process [26]. In another article, the effects of quartzitic and kaolinitic clay on the shrinkage and mechanical strength behavior of wall tiles have been reported [27]. Escardino et al. conducted a research on the effects of calcium carbonate decay during firing [28]. Sarıışık et al. have searched for whether andesite of Afyon/İscehisar region could be evaluated as alternative raw material in ceramic wall and floor tile bodies [29]. Besides recycling of various wastes and alternative raw materials in wall tiles, Tarhan et al. have studied the use of fired sanitary ware wastes in the tile bodies [30]. In addition, Amorós et al. examined the effect of quartz grain size on the properties of single–fired wall tile body [31]. Yiu et al. have investigated the effects of atmospheric conditions on exterior wall tile systems [32]. Kara et al. have been working on the production and characterization of multipurpose, fast single–fired floor and wall tiles [33]. Süzük et al. have been carrying out the application of ceramics geopolymer technology which is the most popular topic recently to reduce energy costs and CO_2 emissions [34].

2.1. Wall Tile Production

Dried or wet milled raw materials are granulated by suitable processes and pressed to obtain green tile body with 4–6 % moisture content. The body is glazed after being dried in the drier in order to remove moisture content. The body, which is removed from the dryer at about 70 °C, is glazed on the glazing band (if necessary engobing is done before). The glazing method, which is usually applied in single firing tiles, is carried out with a bell method to prevent high amount of bubble formation in glaze slurry. Because of the short firing cycles, glazes cannot find enough time to overcome the glazing defects. For this reason, it is absolutely necessary to control the surfaces before firing. Figure 9 shows a schematic representation of the floor or wall tile production process.

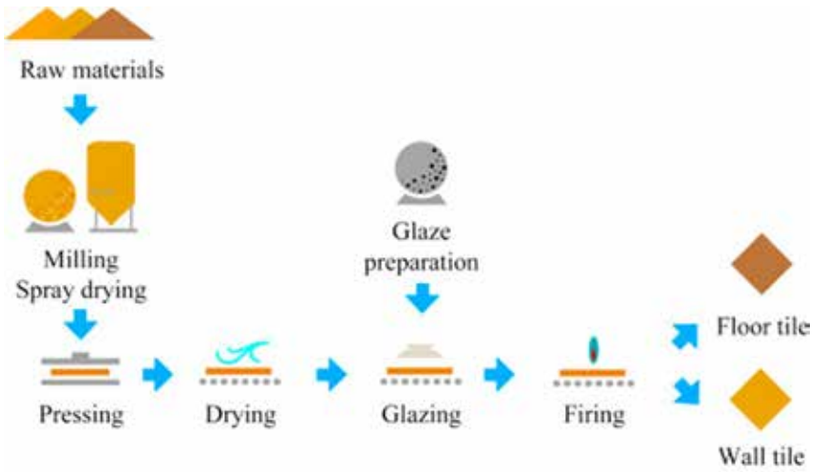


Figure 9. Schematic presentation of the tile production process [35].

Wall tiles have porosity of about 12–14 %. This amount of porosity and shrinkage are achieved by the addition of calcium carbonate. During firing, $CaCO_3$ decomposes and stabilizes by reacting with vitreous, dehydrated clay minerals and forming the magnesium and calcium silicates [36]. During grinding, carbonates particle size must be below 125 µm. Otherwise, degradation of $CaCO_3$, which exhibits less reactivity, becomes more difficult. As a result, the CO_2 emission continues to increase even at the maturation temperature, and then the pinhole problems arise [6, 37–38].

3. WALL TILE GLAZES

Glazes are homogeneous silicate blends which are ground and fired in the appropriate proportions and quantities to form a thin layer after being applied to the surface of a ceramic body in wet or dry state. Glazes are applied to make porous and rough surfaces more easily cleanable by covering them with a vitreous layer, increase product strength and surface hardness in technical terms, ensure that the tiles have a visually more beautiful and aesthetic appearance and increase chemical resistance [39]. The aesthetic and technical character of the seal depends on the amount and type of glaze components in the raw or glassy structure [41]. Wall tiles contain high amounts of frit (single or multiple). Frit amounts vary from 80 to 95 %, while the rest is consisted of kaolin or zircon. The performance and characteristics of the

glaze are determined by the frit [42]. Basically, water–soluble raw materials become insoluble in the form of frits [43]. Figure 11 presents frit particles obtained by rapid cooling after melting [44].

Figure 10. Tiles with different visual properties [5, 40].

Figure 11. Frit particles [44–45].

Frits have very wide and different maturation intervals depending on the composition. The reactions required for the vitrification of the raw materials are already carried out during frit production, so the amount of energy required for glaze maturation is reduced. Thus, firing is achieved comparingly at lower temperatures [41–43]. In addition, with the design of different glass–ceramic systems, various sizes and types of crystals are obtained in ceramic glazes [46].

3.1. Fast Double–Firing Wall Tile Glazes

These glazes are produced using low firing cycles (30–50 minutes) and low maturing temperatures. As a result, used frits should be easy to soften and exhibit a low viscosity (1050 °C) when they melt. In order to achieve the desired viscosity values, the alkali metal oxides (Na_2O and K_2O) and B_2O_3 can be used in the glaze composition. Figure 12 exhibits the oxide intervals of transparent glaze compositions of fast double–fired tiles [47].

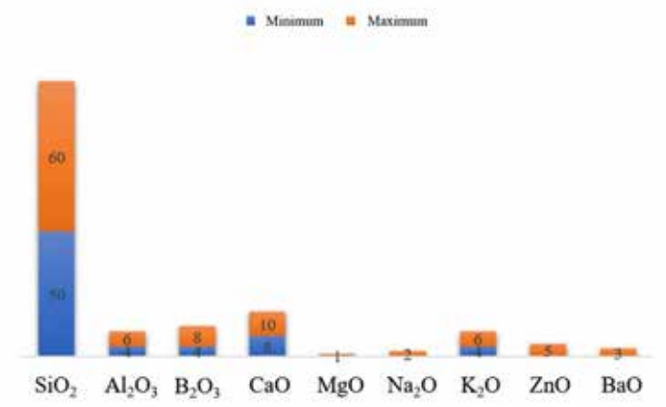


Figure 12. Oxide intervals used in the transparent glaze of fast double-fired tiles [47].

3.2. Single–Firing Wall Tile Glazes

Because of carbonaceous raw materials usage in the composition of the wall tile body and the decarbonization of these carbonates during the firing, the gas is released from the body at certain temperatures. Therefore, a number of compositional differences are required in single–fired wall tile glazes. These glazes must be permeable for the purpose of gas removal at high temperatures and should melt rapidly at maximum temperatures. In order to meet these requirements CaO and ZnO are used as fluxing agents at high ratios. In addition, the amounts of B_2O_3 are also low compared to those of double firing glazes. Zircon is employed as opacifier in opaque compositions [48]. It has also been reported in the literature that opacification can be achieved by diopside and wollastonite crystallization without using zircon [49–50]. The ratio of zircon in wall tile glazes is 7–12 % [51]. Figure 13 depicts the oxide intervals of the single–fired wall tile transparent glazes [47].

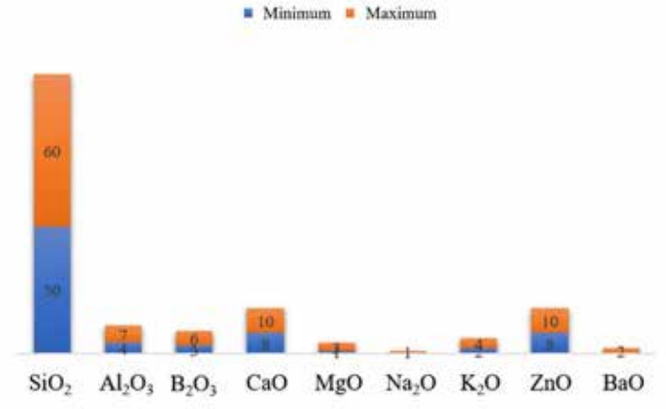


Figure 13. Oxide intervals used in the transparent glaze of single firing tiles [47].

Figure 14 inhibits the hot stage microscope images of frits used in the production of single (H) and double–fired wall (B) tiles. When these images are examined, it is clearly seen that both frits show the same fludity at the maximum temperatures. However, the melting range of single fired wall tile frit is lower [47].

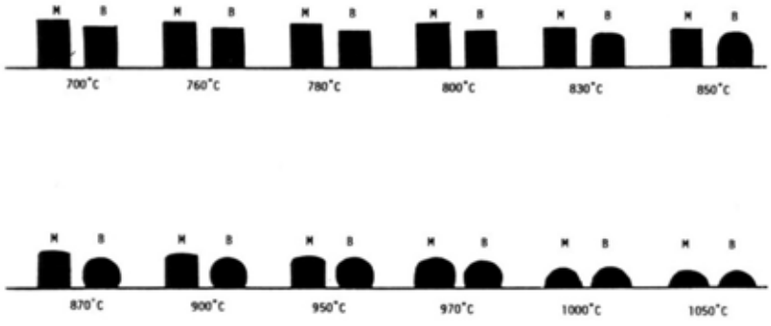


Figure 14. The hot stage microscope images of frites used in the production of single (H) and double–fired wall (B) tiles [47].

3.3. Transparent and Opaque Glazes

Transparent glazes have glassy structure. An incoming light passes through the transparent glaze and interacts with the body or the decor to exhibit its color and pattern. Opaque glazes consist of crystals in their structures. This type covers the body color. Effective factors are surface smoothness, internal surfaces (phase separation, crystal phases) in the glaze, refractive index and glaze thickness [41].

Higly opaque glazes can be obtained when zircon is kept constant for single–fired wall tiles and earth alkaline oxides and zinc oxide are used in small amounts in the composition. It has been reported in the literature that besides ZnO addition, zircon crystallization leads to a significant increase in opacity [52–53]. Another important consideration in liquid phase separations is color changes. For this reason, the cooling and frit composition should be well controlled [54].

3.4. Glossy, Satin and Matte Glazes

The glossy, satin and matte appearances occur due to scattering of lights coming from the glaze surface on a regular basis (Figure 15). If the amount of light properly reflected from the surface is high, the glossiness increases and the mattness decreases. On the other hand, if the amount of scattered reflection increases, brightness decreases and mattness increases. Thus, a glossy, satin or matte appearance is an effect of the crystals distributed in the glaze and/or roughness of the glaze surface [41].

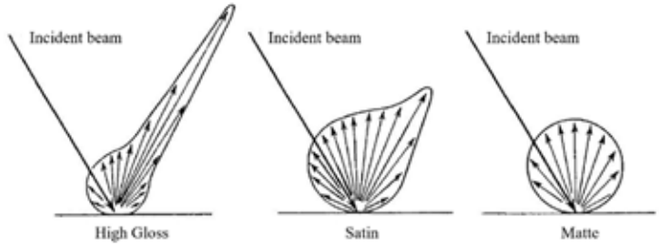


Figure 15. Glossy, satin and matte surfaces according to the amount of regular and scattered reflection [41].

Matte glazes have less market share than glossy ones. In matte and satin glazes the crystals re-crystallize by devitrification. The crystal sizes are small giving a smooth, satin effect to the surface. Unlike bright glazes, matte and satin ones can be plotted on with a normal pencil. In Figure 16, matte and glossy wall tiles can be seen. In matte glazes devitrification is achieved by adding calcium or zinc to the composition. Aluminum incorporation is also effective in the creation of matte surfaces [55–56]. Zinc, titanium, calcium, barium and magnesium oxides provide mattness with crystallization, while aluminum oxide supplies roughness to glazes. Also, the cooling stage is also very important for the control of crystallization.

Figure 16. Wall tiles with glossy and matte surfaces [57–58].

4. THE GLAZE MANUFACTURING PROCESS

In single–fired wall tiles, the glazing is usually made by the bell method and by high density glaze (Figure 17). High density provides less gas entrapment than the other methods, results in less surface defects. However, high concentrations may lead to problems in rheology systems. For this reason a good deflocculation should be achieved with appropriate additives.

Figure 17. Application of glaze to the tile surface by the bell method [59].

In the case of using high amount of earth alkaline oxides in the frits, their dissolution in water causes some disadvantages. These cations change rheological behavior in aqueous suspensions and increase viscosity by acting as flocculant. On the other hand, they react with binders, reducing viscosity and bonding ability to the surface. The combination of these two effects brings some difficulties in the rheological behavior of the suspension. Therefore, a good time–dependent defloculation and sedimentation reduces bonding to surfaces. Furthermore, other than the above–mentioned effects the dissolution of earth alkaline oxides

in water leads to the precipitation of certain salts. These salts subsequently increase the amount of pinholes in the glaze. Crazing in glaze and deformation of wall tiles which are caused by thermal mismatch between body and glaze are two important defects. In order to avoid from them, the effects of raw materials on the thermal expansion coefficient values must be well known and for glaze and body fit decent preferences must be made in the first cooling zone (T < 750 °C) [60]. The thermal expansion coefficient of the body is majorly controlled by the amount of quartz and carbonates. The coefficient of thermal expansion for wall tile bodies varies between 70–80x10^{-7} $°C^{-1}$ [3].

5. RECENT STUDIES ON THE WALL TILE GLAZES

Karasu et al. focused on the uses of frits [61–67], alternative colorants [68–72], boron wastes [73–78], glass ceramic glazes [79–83] and phosphorescent pigments in the wall tile glazes. Ay et al. investigated the effect of ferrochrome fly ash on the wall tile glaze [91–92], also worked on the characterization of opaque glazes in the Kubad Abad Palace's cini and production of similar glazes [93]. Sigardi et al. studied the zirconia wastes appeared during coating of the turbine blades as zirconia source in frit [94]. Torres and Javier investigated the crystallization mechanism of pyroxene–based glass–ceramic systems [95]. Nafiseh et al. worked on the preparation of Ag/SiO_2 thin film coating on glazed tile surface and their antibacterial activities [96]. Gürbüz et al. studied commercial and Si–modified TiO_2 nanoparticles to obtain a photocatalytic surface on ceramic tiles using the spray coating method [97].

CONCLUSIONS

These products are produced in shorter time and require less energy by renewing the production methods with the developing technology. While different surfaces, visually and touchingly, increase the allure of the products, they result in the gains of extra ordinary beauties in terms of aesthetics with the various designs presented. The control of these aesthetic properties depends on the chemical composition of the glaze and also controlling the process conditions in a successful way.

REFERENCES

[1]https://yandex.com.tr/gorsel/search?text=antik%20%C3%A7a%C4%9F%20duvar%20karosu%20g%C3%B6rselleri&stype=image&lr=103835&noreask=1&source=wiz(Access date: 10.06.2017).

[2] https://yandex.com.tr/gorsel/search?text=antik%20mozaikleri&lr=103835(Access date: 10.06.2017).

[3] https://www.preussischer-kulturbesitz.de/en/actual-news-detail-page/news////highlights-of-the-collections-at-the-museuminsel-and-historical-center.html (Access date: 10.05.2017).

[4]https://yandex.com.tr/gorsel/search?text=osmanl%C4%B1%20%C3%A7inileri&lr=103835 (Access date: 10.06.2017).

[5]https://yandex.com.tr/search/?text=modern%20duvar%20karosu%20g%C3%B6rselleri&lr=103835&clid=2196600 (Access date: 10.06.2017).

[6] SACMİ, *Appilied Ceramic Technology*, 2005.

[7] Bhattacharya, A., Optimization of Firing Parameters for Ceramic Ware by Thermal Analysis, Journal of Thermal Analysis, 49, 1365–1371, 1997.

[8] Benlloch, A. E., *Single Fired Wall Tile Manufacture*, Proceedings of Qualicer, World Congress on Ceramic Tile Quality, Castellon (Spain) 111–140, 1992.
[9] Cengiz, Ö., *Developing Firing Conditions of Monoporosa Wall Tiles*, PhD Thesis, Anadolu University, Eskişehir, 2011 (in Turkish).
[10] Karasu, B., Kaya, G., Yurdakul, H., *Effect of the Etibor Kırka Borax Company's Concentration and Derivation Wastes on the Properties of Wall Tile Body*, Proceeding of the 1st International Boron Symposium, Kutahya, Turkiye, 224–228, 2002 (in Turkish).
[11] Karasu, B., Kaya, G., Yurdakul, H., Topkaya, A., *The Efforts on Utilization of Borax Solid Wastes in Wall Tile Bodies*, Abstract Book of the 104th Annual Meeting & Exposition of the American Ceramic Society, p. 274, 2002.
[12] Karasu, B., Yurdakul, H. and Kaya, G., *Use of Borax Solid Wastes in the Recipes of Wall Tile Body Recipes as A Fluxing Agent and It's Effects on Microstructure*, Journal of Ceramic Turkiye, Turkish Ceramic Federation Publication, October–December Issue, 135–145, 2004 (in Turkish).
[13] Karasu, B., *Use of Borax Solid Wastes in Ceramics' World*, Proceeding Books of the X. Conference and Exhibition of the European Ceramic Society, Silicates and Traditional Ceramics Section, Berlin, 1773–1778, 2007.
[14] Kurama, S., Kara, A., Kurama, H., Investigation of Borax Waste Behaviour in Tile Production, Journal of the European Ceramic Society 27, 1715–1720, 2007.
[15] Levitskii, I. A., Pozniak, A. I., Baranceva, S. E., Effects of the Basaltic Tuff Additions on the Properties, Structure and Phase Composition of the Ceramic Tiles for Interior Wall Facing, Procedia Engineering 57, 707–713, 2013.
[16] Ozturk, Z. B., Gultekin, E. E., Preparation of Ceramic Wall Tiling Derived from Blast Furnace Slag, Ceramics International 41, 12020–12026, 2015.
[17] Das, S. K., Kumar, S., P., P., Exploitation of Iron Ore Tailing for the Development of Ceramic Tiles, Waste Management 20, 725–729, 2000.
[18] Lin, D. F., Chang, W. C., Yuan, C., Luo, H. L., Production and Characterization of Glazed Tiles Containing Incinerated Sewage Sludge, Waste Management 28, 502–508, 2008.
[19] Chandra, N., Sharma, P., Pashkov, G. L., Voskresenskaya, E. N., Amritphale, S. S., Baghel, N. S., Coal Fly Ash Utilization: Low Temperature Sintering of Wall Tiles, Waste Management 28, 1993–2002, 2008.
[20] Olgun, A., Erdogan, Y., Ayhan, Y., Zeybek, B., Development of Ceramic Tiles from Coal Fly Ash and Tincal Ore Waste, Ceramics International 31, 153–158, 2005.
[21] Menezes, R. R., Ferreira, H. S., Neves, G.A., de L. Lira, H., Ferreira, H. C., Use of Granite Sawing Wastes in the Production of Ceramic Bricks and Tiles, Journal of the European Ceramic Society 25, 1149–1158, 2005.
[22] Youssef, N. F., Abadir, M. F. and Shaterc, M. A. O., Utilization of Soda Glass (Cullet) in the Manufacture of Wall and Floor Tiles, Journal of the European Ceramic Society 18, 1721–1727, 1998.
[23] Ay, N., Taşpınar, B., *The Use of Perlite in the Production of Wall Tile*, Proceedings of IV. Ceramics Congress, 47–52, 1998 (in Turkish).
[24] Taşpınar, B., Ay, N., Use of Perlite in Wall Tile Production, The Amer. Ceram. Soc. Bull., Vol 78, No 6, 86-87, 1999.

[25] Binal, G., Ay, N., *Utilization of Magnesite Host Rocks in Wall Tile*, Proceedings of SERES 11, II. International Ceramic Glass, Porcelain Enamel, Glaze and Pigment Congress, 2011.
[26] Tahran, B., Ay, N., Yıldız, C., *Development of Red Wall Tile Composition by Dry Grinding Process with Experimental Desing Method*, Proceedings of Qualicer 2008, X. World Congress on Tile Quality, Castellon (Spain), Vol. 3 , pos 101, 2008.
[27] Kr Das, S., Dana, K., Singh, N., Sarkar, R., Shrinkage and Strength Behaviour of Quartzitic and Kaolinitic Clays in Wall Tile Compositions, Applied Clay Science 29, 137–143, 2005.
[28] Escardino, A., Garcia–Ten, J., Feliu, C., Gozalbo, A., Calcium Carbonate Thermal Decomposition in White–Body Wall Tile during Firing. II. Influence of Body Thickness and Calcite Content, Ceramics International 38, 3141–3147, 2012.
[29] Sariisik, A., Sariisik, G., Senturk, A., Applications of Glaze and Decor on Dimensioned Andesites Used in Construction Sector, Construction and Building Materials 25, 3694–3702, 2011.
[30] Tarhan, M., Tarhan, B., Aydin, T., The Effects of Fine Fire Clay Sanitary Ware Wastes on Ceramic Wall Tiles, Ceramics International 42, 17110–17115, 2016.
[31] Amorós, J. L., Orts, M. J., Mestre, S., Garcia-Ten, J., Feliu, C., Porous Single–Fired Wall Tile Bodies: Influence of Quartz Particle Size on Tile Properties, Journal of the European Ceramic Society 30, 17–28, 2010.
[32] Yiu, C. Y., Ho, D. C. W., Lo, S. M., Weathering Effects on External Wall Tiling Systems, Construction and Building Materials 21, 594–600, 2007.
[33] Kara, A., Özer, F., Kayacı, K., Özer, P., Development of a Multipurpose Tile Body: Phase and Microstructural Development, Journal of the European Ceramic Society, Volume 26, Issue 16, Pages 3769–3782, 2006.
[34] Süzük, K. G., Telle, R., Hohmann, M, Seiffarth, T, Kaps, C, Vicent, M., Monzó, M., Korç, G., Kara, A., Kara, F., Development of Alkali–Activated Binder for Ceramic Tile Production, Interceram 61, [6], 350–353, 2012.
[35] Gabaldon-Estevan, D., Mezquita, A., Ferrer, S., Monfort, E., Unwanted Effects of European Union Environmental Policy to Promote a Post–Carbon Industry, The Case of Energy in European Ceramic Tile Sector, Journal of Cleaner Product, 117, 41–49, 2016.
[36] Küçüker, A., Kayacı, K., Kara, A. *Effect of Calcite Addition on Sintering Behaviour of a Model Ceramic Wall Tile Body*, Proceedings of Qualicer, World Congress on Ceramic Tile Quality, Castellon (Spain), 17–21, 2008.
[37] Escardino, A., Gracia–Ten, J., Gracia, M.C., Vicent, M., *Calcium Carbonate Decomposition in Porous Wall Tile Bodies during Firing. Influence of Temperature*, Proceedings of Qualicer, World Congress on Ceramic Tile Quality, Castellon (Spain), 27–29, 2000.
[38] Escardino, A., Gracia–Ten, J., Soriano, M., *Study of Calcite Decomposition during Wall Tile Firing*, Qualicer, World Congress on Ceramic Tile Quality, Castellon (Spain), 265–278, 2006.
[39] Parmelee, C. W. and Harman, C. G., *Ceramic Glazes*, Cahners Books, 1973.
[40] http://www.archello.com/en/product/variegated-glaze-royce-wood-studio(Access date: 10.05.2017).

[41] Eppler, R. A. and Eppler D. R., *Glazes and Glass Coatings*, America Ceramic Society, 2000.
[42] Kartal, A., *Glaze and Glazing Technique*, Çizgi Matbaacılık, 1998 (in Turkish).
[43] Taylor, J., R., Bull, A., C., *Ceramics Glaze Technology*, Pergamon, 1986.
[44] http://www.cnmltd.com/pic/other/2013-09-29-23-03-384.jpg (Access date: 10.05.2017).
[45] http://keskinkimya.com.tr/mat-seffaf-emaye-fritler.asp (Access date: 10.05.2017)
[46] Casasola, R., Rincón, J.M. Romero, M., Glass–Ceramic Glazes for Ceramic Tiles: A Review, Journal of Material Science, 47 (2), 553–582, 2012.
[47] Albro, J., L., A., *Glazes for Ceramic Wall and Floor Tiles. Evolution and Perspectives*, Proceedings of Qualicer, World Congress on Ceramic Tile Quality, Castellon (Spain) 69–100, 1992
[48] Pekkan, K., Karasu, B., Küçük, A., *Production and Industrial Adaptation of Fast Single Firing Wall Tile Opaque Glass–Ceramic Glazes Containing Borax Solid Wastes*, Global Symposium on Recycling, Waste Treatment and Clean Technology, 371–378, 2008.
[49] Pekkan, K., Karasu, B. and Onal, H. S., The Production of Zircon–Free Opaque Wall Tile Frits and Their Use in Ceramic Industry, Tile & Brick International Manual, 30–33, 2009.
[50] Pekkan, K., Karasu, B., Zircon–Free Frits Suitable for Single Fast–Firing Opaque Wall Tile Glazes and Their Industrial Productions, Journal of European Ceramic Society, 29, 1571–1578, 2009.
[51] Aparici, J., Moreno, A., Escardino, A., Amoros, J. L., Mestre, S., *Study of Opacification in Zirconium Ceramic Glazes Used in Single–Fired Wall Tile Manufacture*, Proceedings of Qualicer, World Congress on Ceramic Tile Quality, Castellon (Spain), 35–45, 1994.
[52] Wang, S., Peng, C., Lü, M., Wu, J., Effect of ZnO on Crystallization of Zircon from Zirconium-Based Glaze, Journal of American Ceramic Society, 96, [7], 2054–2057, 2013.
[53] Pekkan, K., Karasu, B., Production of Opaque Frits with Low ZrO_2 and ZnO Contents and Their Industrial Uses for Fast Single–Fired Wall Tile Glazes, Journal of Material Science, 44, 2533–2540, 2009.
[54] Aparisi, J., Nunez, M. V., Moreno, A., Orts, M. J., *Liquid Phase Seperation in Glazes for Single Fired Porous Wall Tile*, Proceedings of Qualicer, World Congress on Ceramic Tile Quality, Castellon (Spain), 245–262, 1992
[55] Ozturk, Z., B., Yıldız, B., Effect of Alumina Characteristics and Concentration on Thermal Behavior, Phase Evolution, and Aesthetic Properties of Tile Glaze Coatings, Glass Physics and Chemistry, 42, 257–262, 2016.
[56] Campa, F., Gines, F., Robles, J., *Matting of A Transparent Porous Wall Tile Glaze by Adding Alumina*, Proceedings of Qualicer, World Congress on Ceramic Tile Quality, Castellon (Spain), 15–17, 2000.
[57] https://www.fireclaytile.com/gallery/detail/introducing-crt/ (Access date: 10.05.2017).
[58]https://yandex.com.tr/gorsel/search?text=Parlak%20ve%20mat%20y%C3%BCzeyli%20duvar%20karolar%C4%B1&stype=image&lr=103835&noreask=1&source=wiz (Access date: 15.06.2017).
[59] http://www.lifeofanarchitect.com/how-ceramic-tile-is-made (Access date: 10.05.2017).

[60] Cantavella, V., Moreno, A., Mezquita, A., Gilabert, F., Barber J., Palanques, A., *Delayed Curvatures in Porous Ceramic Wall Tiles*, Proceedings of Qualicer, World Congress on Ceramic Tile Quality, Castellon (Spain), 1–13, 2010.
[61] Karasu, B., *Determination of Parameters Affecting Opacification in Transparent Frits*, TÜBİTAK (Science, Technology and Research Association of Turkiye) Ceramic Research Centre (SAM) Project Report, 2000 (in Turkish).
[62] Karaveli, K., Karasu, B. and Onal, H. S., *Decreasing of Zircon Content in Opaque Wall Tile Frits*, Proceeding Books of the X. Conference and Exhibition of the European Ceramic Society, Silicates and Traditional Ceramics Section, Berlin, 1602–1605, 2007.
[63] Karaveli, K., Karasu, B. and Önal, H. Ş., *Production of Zircon–Free Opaque Frit and Frit–Based Single Fast Firing Wall Tile Glaze and Characterization*, Proceeding Books of the IV. Ceramic, Glass, Enamel, Glaze and Pigment Seminar with International Participation (SERES 2007), Eskisehir, 808–814, 2007 (in Turkish).
[64] Karasu, B., Pekkan, K., *Production of Single Fast–Fired Wall Tile Opaque Frits with Lower (~25 %) Zircon Content*, TUBITAK (Science, Technology and Research Association of Turkiye) TEYDEB Project Report, 3060236, 2008 (in Turkish).
[65] Karasu, B., Yet, G., *Decreasing Frit Content in Single (Monoporosa) Fast–Firing Wall Tile Glazes*, Ceramic Research Center (SAM) Co., Project Report, 2010 (in Turkish).
[66] Pekkan, K., Karasu, B., Evaluation of Borax Solid Wastes in Production of Frits Suitable for Fast Single–Fired Wall Tile Opaque Glass–Ceramic Glazes, Bull. Mater. Sci., Vol. 33, No. 2, pp. 135–144, 2010.
[67] Karacaoglu, E., Karasu, B., *The Development of Transparent Frit Suitable for Wall Tile Vetrosa Applications*, Proceeding of V. Eskişehir International Eskişehir Terracotta Symposium, Turkiye, 245–257, 2011.
[68] Karasu, B., Çakı, M. and Tosuner L., *Use of Limonite in Wall Tile Satin and Opaque Glazes as A Colouring Agent*, Proceeding of the 8th Materials Symposium, Denizli, Turkiye, 465–470, 2000 (in Turkish).
[69] Karasu, B., Kaya, G., *Utilisation of Limonite in Various Ceramic Glazes as a Potential Colouring Raw Material*, Proceeding of the 4th Industrial Raw Materials Symposium, İzmir, Turkiye, 51–58, 2001 (in Turkish).
[70] Karasu, B., Çakı, M., Akgün, E., *Utilisation of Pigments Based on the Seydişehir Alüminium Factory's Red Mud in Floor and Wall Tile Glazes*, Proceeding of the 2nd Eskişehir International Terra Cotta Symposium, Turkiye, 138–144, 2002 (in Turkish).
[71] Karasu, B., Tosuner, L., The Micro–structural Studies in Limonite Containing Satin and Opaque Wall Tile Glazes, Ceramic Forum International, DKG, 80, No: 9, E61–65, 2003.
[72] Karasu, B., Akgün, E., Kaya, G., Effects of Red Mud Based Pigments on Wall and Floor Tile Glazes, Ceramic Forum International, DKG 82, No: 10, E 41–44, 2005.
[73] Karasu, B., Kaya, G., Kozulu, R., *Use of Borax Concentration Waste in Wall Tile Glazes as a Replacement of K–Feldspar*, Proceeding of the 1st International Boron Symposium, Kutahya Turkiye, 193–197, 2002 (in Turkish).
[74] Karasu, B., Kaya, G. and Kozulu, R., *Characterization of Opaque Wall Tile Glazes Containing Etibor–Kırka Borax Solid Wastes of Turkey*, Proceedings of Austceram & The 2nd

International Ceramic Congress and Exhibition, Austceram 2002, Perth, Australia, 191–192, 2002.
[75] Karasu, B., Kaya, G., Kozulu, R., *Evaluation of Etibank–Kırka Borax Solid Wastes of Turkey in Wall Tile Glazes*, Abstract Book of the 104th Annual Meeting & Exposition of the American Ceramic Society, p. 275, 2002.
[76] Karasu, B., Kaya, G., Kozulu, R., Utilisation of Concentrator Wastes of Etibor Kirka Borax Company in the Recipe of An Opaque Frit Used for Wall Tile Glazes as An Acid Boric Replacement, Euro Ceramics VIII, Key Engineering Materials, Vols. 264–68, 2505–08, 2004.
[77] Karasu, B., Kaya, G., Çakır, A and Binal, G., *Evaluation of Kırka Borax Solid Wastes in the ZrO_2–CaO–MgO–SiO_2 (ZrCMS) and CaO–MgO–Al_2O_3–SiO_2 (CMAS) System Glass Ceramic Glazes Suitable for Fast Fired Granites*, TUBITAK (Science, Technology and Research Association of Turkiye)1001 Science and Technological Research Project Support Programme, Project Report, 105M351, 2007 (in Turkish).
[78] Pekkan, K. K, Karasu, B. and Kucuk, A., *Production and Industrial Adaptation of Fast Single Firing Wall Tile Opaque Glass–Ceramic Glazes Containing Borax Solid Wastes*, Proceedings of the REWAS 2008 Global Symposium on Recycling, Waste Treatment and Clean Technology, Cancun, Mexico, 371–378, 2008.
[79] Kaya, G., Karasu, B. and Cakir, A., Characterization of Diopside–Based Glass–Ceramic Porcelain Tile Glazes Containing Borax Solid Wastes, Journal of Ceramic Processing Research, Vol. 12, Issue 2, 135–139, 2011.
[80] Karasu, B. and Kaya, G., *Glass Ceramics in the ZrO_2–CaO–MgO–SiO_2 (ZrCMS) and CaO–MgO–Al_2O_3–SiO_2 (CMAS) Systems*, TUBITAK (Science, Technology and Research Association of Turkiye) Ceramic Research Centre (SAM) Project Report, 2003 (in Turkish).
[81] Pekkan, K. K., Karasu, B. and Onal, H. S., *Effects of Boron Oxide in Fast Fired Wall Tile Glass–Ceramic Glaze Systems*, Proceeding Books of the II. National Boron Workshop, Ankara, 325–331, 2008 (in Turkish).
[82] Pekkan, K., Karasu, B., Research on the Usage of R_2O–RO–(ZrO_2)–B_2O_3–Al_2O_3–SiO_2 Glass–Ceramic Systems in the Single Fast–Fired Wall Tile Opaque Glazes, Afyon Kocatepe University, Graduate School of Sciences Magazine, Special Issue, 37–44, 2009 (in Turkish).
[83] Karasu, B., *Glass Ceramic Systems Suitable for Conventional Ceramic Glazes*, Abstract Book of the CIMTEC 2010–12th International Ceramics Congress & 5th Forum on New Materials, Montecatini Terme, Italy, p. 116, 2010.
[84] Karasu, B. and Kaya, G., *Development of Glazes with Phosphorescence Ability*, TÜBİTAK (Science, Technology and Research Association of Turkiye) Ceramic Research Centre (SAM) Project Report, 2001 (in Turkish).
[85] Kaya, Y. S., Karasu, B., Karacaoğlu E., *General Review of Application of Phosphorescence Pigments in Ceramic Industry*, the Proceedings of SERES'09 I. International, Ceramic, Glass, Porcelain Enamel, Glaze and Pigment Congress, 608–616, 2009.
[86] Karasu, B., Kaya, Yesilay, S., Karacaoğlu, E., Çakı, M., Özel, E., Kaya, G., *Production of Bluish–Green, Yellowish–Green Phosphorescence Pigments and Their Uses in Wall Tile Decoration Glazes and in Vetroza Applications*, TUBITAK 1001 Scientific and Technological Research Project Support Programme, Project Report, 108M464, 2010 (in Turkish).

[87] Kaya, Yeşilay, S., Karasu, B., Production of Bluish–Green and Yellowish–Green Phosphorescent Pigments ans Their Usages in Wall Tile Vetroza Applications, Journal of Ceramic Turkiye, Turkish Ceramic Federation Publication, No:35, January–March Issue, 128–134, 2011.
[88] Kaya, Yeşilay, S., Karasu, B., Process Parameters Determination of Phosphorescent Pigment Added, Frit–Based Wall Tiles Vetrosa Decorations, Ceramics International, Vol. 38, Issue 4, 2757–2766, May 2012.
[89] Karasu, B., *Inorganic Based Phosphorescent Pigments with the Usage Potentials in Conventional Ceramics*, Proceedings of VII. Eskisehir International Terra Cotta Symposium, Turkiye, 305–321, 2013 (in Turkish).
[90] Karasu, B., *Inorganic Phosphorescent Pigments for the Usage on the Surfaces of Ceramics, Glasses and Metals*, Abstract Book of International Conference on Traditional and Advanced Ceramics 2013 (ICTA2013) in conjunction with ASEAN Ceramics 2013, Bangkok, Thailand, p. 23, 2013.
[91] Bayer, Z., Atay, B., Ay, N., Çakı, M., *The Colouring Effects of Ferrokrom Fly Ashes in Wall Tile Glaze*, Proceedings of 7. Ceramics Congress with Internationl Participation, TE127, 2008 (in Turkish).
[92] Öztürk, Z. B., Ay, N., The Effect of Ferrochromium Fly Ash as A Pigment on Wall Tile Glaze, Advances in Science and Technology, 63, 213–218, 2010.
[93] Yastı, Ş. Y., Ay, N., *The Characterisation of Kubad Abad Palace's Cini and the Production of Similar Glazes*, Proceedings of 5. Eskisehir International International Terra Cotta Symposium, Turkiye, 2011 (in Turkish).
[94] Siligardi, C., Lusvarghi, L., Giolli, C., Scrivani, A., Venturelli, D., Recycling in Ceramic Glazes of Zirconia Overspray from Thermal Barrier Coatings Manufacturing, Journal of the European Ceramic Society 34, 147–154, 2014.
[95] Torres, F. J., Javier Alarcón, J., Mechanism of Crystallization of Pyroxene–Based Glass–Ceramic Glazes, Journal of Non–Crystalline Solids 347, 45–51, 2004.
[96] Baheiraei, N., Moztarzadeh, F., Hedayati, M., Preparation and Antibacterial Activity of Ag/SiO_2 Thin Film on Glazed Ceramic Tiles by Sol–Gel Method, Ceramics International 38, 2921–2925, 2012.
[97] Gürbüz, M., Atay, B., Doğan, A., Photocatalytic Performance of TiO_2 Coated Ceramic Tiles, Anadolu University Journal of Science and Technology–A Applied Sciences and Engineering, Cilt/Vol.: 13-Sayı/No: 2, 89–94, 2012.

DUVAR KAROSU SIRLARI

Berkay YAZIRLI[1,2], Bekir KARASU[1]

[1]Anadolu Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü, Eskişehir/TÜRKİYE
[2]Kaleseramik Çanakkale Kalebodur Seramik San. A.Ş., Çanakkale/TÜRKİYE

Özet
Karolar geçmişten günümüze insanlık ile birlikte teknolojik anlamda da geliştirilerek günlük yaşantımızdaki yerlerini korumaya devam etmektedirler. Teknik özelliklerine göre duvar karosu, yer karosu ve porselen karo olmak üzere üç gruba ayrılmaktadırlar. Duvar karoları % 10 ve üstü su emmeye sahip, sıva üzerine uygulandığında yapışarak duvarlarımızı süsleyen ürünlerdir. Modern anlamda ilk olarak geleneksel çift pişirim döngülerinde uzun sürelerde pişirilirlerken ilerleyen teknoloji ile birlikte hızlı çift pişirim rejimlerine geçilmiş, sonrasında ise hızlı tek pişirimle bünye ve sır aynı anda fırınlanmaya başlamıştır. Sırlı yüzeyleri ışık geçirimine ve morfolojiye bağlı olarak saydam, parlak, saten, opak ve ya mat görünümde olabilmektedir.
Anahtar Kelimeler: Duvar karosu, sır, gelişim.

1. GİRİŞ

Karolar günlük yaşamımızda hijyenik ve estetik amaçlı kullanılan en eski insan yapımı teknolojik ürünlerdendir. Arkeolojik buluntulara göre insanlar yaşadıkları mekanların iç duvarlarını önce resimlendirmeye başlamışlardır (Görsel 1).

Görsel 1. Tarih öncesi döneme ait çeşitli mağara duvar çizimleri [1].

Daha sonra taşların oyulup süslendiğini, yazıtların işlendiğini (Görsel 2) ve çeşitli kabartmaların yapıldığını görmekteyiz (Görsel 3).

Görsel 2. Mısır ve Asur Dönemine ait kabartma ve yazıtlar [1].

Görsel 3. Hitit, Yunan ve Roma Dönemi duvar kabartmalarından örnekler [1].

Yapım teknikleri geliştikçe karşımıza duvar mozaikleri çıkmaktadır (Görsel 4)

Görsel 4. Zeugma mozaikleri [2].

İlk sırlı karo örneklerine Babil kralı Nebukadnezar II zamanında (M.Ö. 575) İştar kapısında rastlanmıştır (Görsel 5) [3].

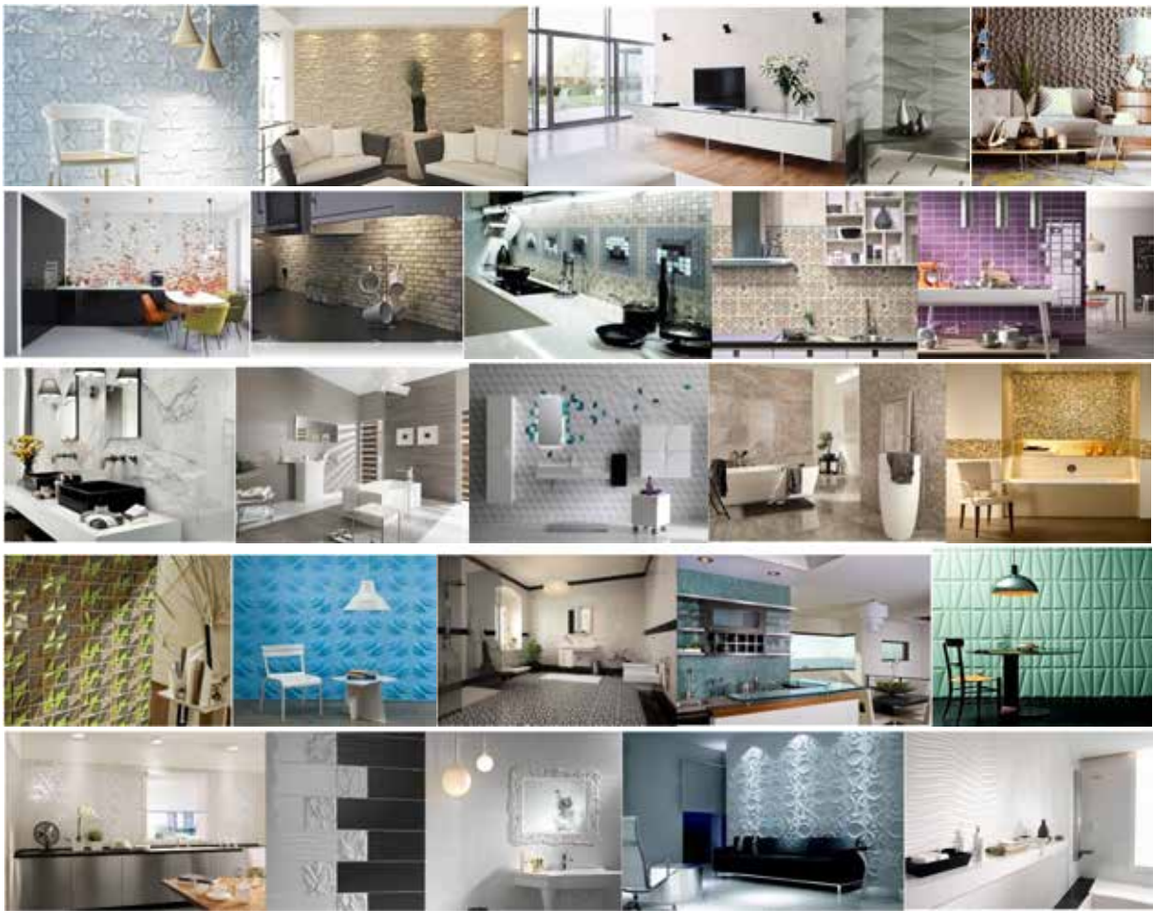
Görsel 5. Berlin Bergama Müzesinde bulunan restore edilmiş İştar Kapısı [3].

Görsel 6-7 Osmanlı Dönemine ait çinilerden çeşitli görseller sunmaktadır.

Görsel 6. Osmanlı çinileri [4].

Görsel 7. Osmanlı çinileri [4].

Üretim teknolojisinin ilerlemesi ile birlikte modern duvar karoları günlük hayatımızda yerlerini almışlardır (Görsel 8).



Görsel 8. Günümüz modern duvar karosu görselleri [5].

2. DUVAR KAROSU

Karo üretiminde 1970 ve 80'li yıllarda hızlı pişirim süreçleri geliştirilmiş ve geleneksel fırınlama işlemi basitleştirilmiştir. Daha sonra 80'li yılların başında ortaya çıkan enerji krizi ile birlikte tek pişirim süreci üzerinde çalışılarak süreç, yüksek poroziteli karolara uygulanmıştır. Çift pişirim süreci önce bünyenin pişirimi ardından da sır ve dekorun uygulanarak yapılan ikinci pişirimi kapsamaktadır. Tek pişirim ise ham bünye ile sırın aynı anda tek bir ısıl çevrimde direkt üretilmesi işlemidir. Hızlı tek pişirim poroz karolar artık 50 dakikanın altında elde edilebilirken (bileşim ve boyuta bağlı olarak 1050–1150 °C'de 30–50 dakika) eskiden sadece tek pişirim yaklaşık 15–20 saate kadar sürebilmekteydi [6–7].

Duvar karoları kuru presleme yöntemi ile üretilen su emme değerleri % 10'un üzerinde olan, pişirim türüne göre tek veya çift pişirimle elde edilen ürünlerdir. Pişirim sıcaklıkları bileşim, boyut ve türe göre değişmektedir. Su emme değerinin yüksek olması ürünün rahat bir biçimde duvarda sıvaya yapışmasını sağlamaktadır [8–9].

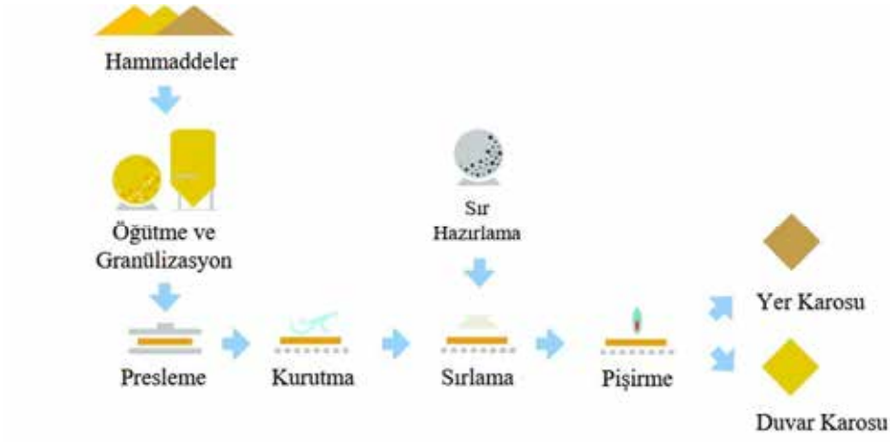
Günümüzde geleneksel karolara yeni özellikler kazandırmak üzere pek çok bilimsel ve teknolojik araştırma yapılmaktadır. Burada sadece duvar karosuna yönelik son dönem gelişmelerden bahsedilecektir.

Etibor Kırka Boraks İşletmesi konsantre ve türev atıkları duvar karosu bünye bileşimlerinde kullanılmış ve böylesi bileşimsel bir değişikliğin elde edilen nihai ürünlerin özelliklerine etkileri araştırılmıştır [10–14] Bazalt tozları duvar karosu bünye reçetelerine katılarak son ürünün yapı, faz bileşimi, fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir [15]. Bir başka çalışma da yüksek fırın cüruflarının duvar karosu bünyesinde kullanımı üzerinedir [16]. Das ve arkadaşları demir cevheri atıklarını benzer şekilde bünye reçetelerinde değerlendirmeye çaba göstermişlerdir [17]. Yakılmış fosseptik atıkları duvar karosu üretiminde denenerek nihai ürünün karakterizasyon araştırmaları gerçekleştirilmiştir [18]. Chandra ve ark. uçucu külü duvar karolarının düşük sıcaklıklarda sinterlenebilmeleri maksadıyla değerlendirmişlerdir [19]. Olgun ve ark. da uçucu külün yanı sıra tinkal cevheri atığını bünyeye ilave ederek incelemelerde bulunmuşlardır [20]. Ayrıca, granit atık tozları seramik karo üretiminde araştırmalar yapmışlardır [21]. Youssef ve ark. cam kırıklarının yer ve duvar karosu üretiminde geri çevrimi üzerinde durmuşlardır [22]. Ay ve ark. duvar karosu üretiminde perlit [23–24] ve manyezit kayaçlarının [25] kullanımı üzerine incelemelerde bulunmuşlar, kuru öğütme süreciyle üretilen kırmızı duvar karosu bileşiminin geliştirme çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir [26]. Bir başka makalede, kuvarsitik ve kaolinitik killerin duvar karolarının büzülme ve mekanik mukavemeti davranışı üzerindeki etkileri rapor edilmiştir [27]. Escardino ve ark. da pişirim esnasında kalsiyum karbonat bozunumunun etkilerini araştırmışlardır [28]. Sarıışık ve ark. Afyon/İscehisar Bölgesi andezitinin alternatif hammadde olarak seramik duvar ve yer karosu bünyelerinde değerlendirilip değerlendirilemeyeceğini incelemişlerdir [29]. Çeşitli atıkların ve alternatif hammaddelerin duvar karolarında kullanımlarının yanı sıra Tarhan ve ark. pişmiş sağlık gereci atıklarının bünyeye katılması üzerine çalışmalar gerçekleştirmişlerdir [30]. Ayrıca, Amorós ve ark. tek pişirim duvar karosu bünyelerinde kuvars tane boyutunun karo özelliklerine etkisini çalışmışlar [31], Yiu ve ark. da dış cephe duvar karosu sistemlerinde atmosfer koşullarının etkilerini araştırmışlardır [32]. Kara ve ark. çok amaçlı, hızlı tek pişirim yer ve duvar karosu üretimi ve karakterizasyonu üzerine çalışmalar gerçekleştirmişlerdir [33]. Süzük ve ark. enerji maliyetlerini ve CO_2

salınımını azaltmak üzere son dönemin en popüler konusu olan seramik karolara jeopolimer teknolojisini uygulama çalışmalarına imza atmışlardır [34].

2.1. Duvar Karosu Üretimi

Kuru veya ıslak yöntemler ile öğütülen hammaddelerin uygun proseslerle granül haline getirilip preslenmeleriyle % 4–6 nem içeren bünyeler elde edilir. Bünye, bulundurduğu nemin uzaklaştırılması için kurutuculardaki kurutulduktan sonra sırlama işlemi gerçekleştirilir. Kurutucudan yaklaşık 70 °C'ta çıkarılan ham bünye sırlama bandında (gerekli ise astarlama işlemi de yapılarak) sır ile kaplanır. Tek pişirim karolarında genellikle uygulanan sırlama yöntemi yüksek yoğunlukta kabarcık sıkışmasını engellemek için kampana ile gerçekleştirilendir. Kısa pişirim sürelerinden dolayı sırlar oluşan hataları kapatmak için yeterince vakit bulamazlar. Pişirim öncesinde mutlaka yüzeylerin kontrolü gerekmektedir. Görsel 9'da yer veya duvar karosu üretim sürecinin şematik gösterimi verilmiştir.

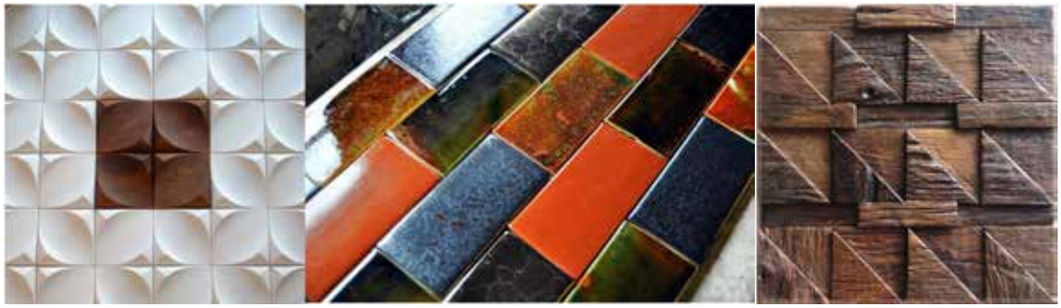


Görsel 9. Karo üretim sürecinin şematik gösterimi [35].

Duvar karoları yaklaşık % 12–14 porozite oranına sahiptir. Bu porozite ve küçülmedeki düşüklük bileşime kalsiyum karbonat katkısı sayesinde sağlanır. Pişirim sırasında $CaCO_3$ ayrışarak camsı, dehidrate olmuş kil mineralleri ile tepkimeye girip magnezyum ve kalsiyum silikatları meydana getirerek kararlı hal alır [36]. Öğütme sırasında bu karbonatların 125 µm'nin altında olması gerekmektedir. Aksi halde daha az reaktiflik sergileyen $CaCO_3$'ın bozunumu zorlaşır. Dolayısıyla, bozunma süresi artarak sır ergise bile CO_2 salınımı devam eder, sonra da sırda iğne deliği problemleri ortaya çıkar [6, 37–38].

3. DUVAR KAROSU SIRLARI

Sırlar uygun oran ve miktarlardaki hammaddelerin öğütülüp, yaş ya da kuru halde bir seramik bünye yüzeyine uygulandıktan sonra pişirilerek ince bir tabaka formuna gelen homojen (birerim) silikat karışımlarıdır. Karoya: Gözenekli ve pürüzlü yüzeyleri camsı bir tabaka ile kaplayarak daha kolay temizlenebilir duruma getirmek, teknik açıdan ürün mukavemeti ve yüzey sertliğini arttırmak, karoların görsel olarak daha güzel ve estetik bir görünüme sahip olmasını sağlamak ve kimyasal dayanımı arttırmak üzere sır uygulanır [39].



Görsel 10. Farklı görsel özelliklere sahip karolar [5, 40].

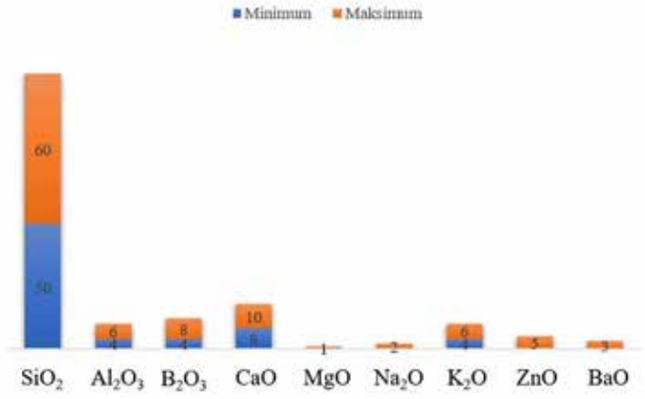
Sırın estetik ve teknik karakteri ham veya camsı yapıdaki sır bileşenlerinin miktar ve türüne bağlıdır [41]. Duvar karosu sırları yüksek oranda firit (tek veya birden çok) içermektedir. Firit içeriği % 80–95 oranında değişirken geri kalan kısım kaolen veya zirkon gibi ilavelerden oluşur. Sırın performans ve karakteristik özelliği önemli ölçüde kullanılan firit tarafından belirlenir [42]. Temelde suda çözünen hammaddeler firit formuna sokularak çözünmez hale getirilmiş olur [43]. Görsel 11'de ergitme sonrası hızlı soğutmayla elde edilen firit taneleri görülmektedir [44].

Görsel 11. Firit görselleri [44–45].

Firitler bileşime bağlı olarak çok geniş ve farklı olgunlaşma aralıklarına sahip olabilirler. Hammaddelerin camlaşması için gerekli tepkimeler firit üretimi esnasında daha önceden gerçektiğinden sırın pişirimi için gereken enerji miktarı da düşer. Böylece daha düşük sıcaklıklarda pişirim sağlanır [41–43]. Ayrıca, farklı cam–seramik sistemlerinin tasarımı ile seramik sırlarında çeşitli boyut ve türde kristaller elde edilmektedirler [46].

3.1. Hızlı Çift–Pişirim Duvar Karosu Sırları

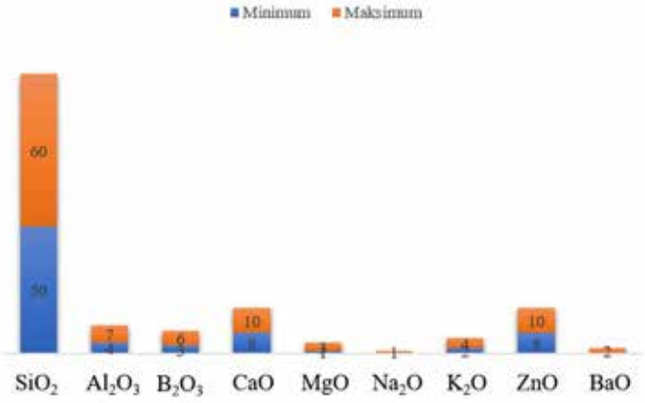
Bu sırlar düşük pişirim döngülerinde (30–50 dakika) ve düşük olgunlaşma sıcaklıkları kullanılarak üretilmektedir. Sonuçta, kullanılan firitler kolay yumuşamalı ve ergidiğinde (1050 °C) düşük ağdalık sergilemelidir. İstenilen viskozite (ağdalık) değerlerini yakalamak için sır bileşiminde akışkanlaştırıcı karakterdeki alkali oksitler (Na_2O ve K_2O) ve B_2O_3 kullanılabilir. Görsel 12'de hızlı çift pişirim karolarının şeffaf sır bileşimlerindeki oksit aralıkları sunulmaktadır [47].



Görsel 12. Hızlı çift pişirim karoların şeffaf sırlarında kullanılan oksit aralıkları [47].

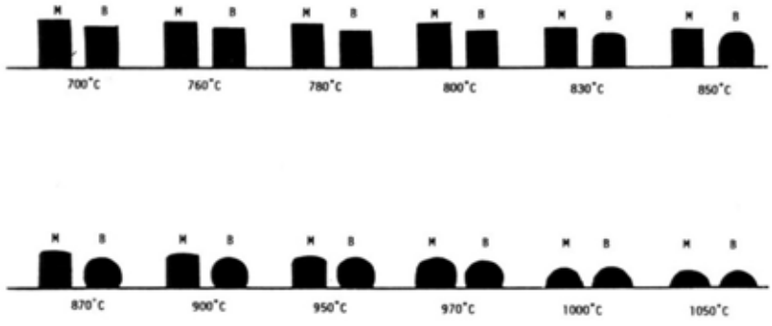
3.2. Tek–Pişirim Duvar Karosu Sırları

Duvar karosu bileşimlerinde karbonatlı hammadde kullanımı ve pişirim sırasında bu karbonatların uzaklaşmasından dolayı belirli sıcaklıklarda bünyeden gaz çıkışı görülür. Dolayısıyla, tek pişirim duvar karosu sırlarında bir takım bileşimsel farklılıklar gerekmektedir. Bu sırlar yüksek sıcaklıklara kadar gaz çıkışının sağlanması amacı ile geçirgen bir yapıda olmalı tepe noktalarında hızlı bir şekilde ergime göstermelidir. Söz konusu özelliklerin karşılanabilmesi için yüksek oranda CaO ve ZnO gibi toprak alkali oksitler akışkanlaştırıcı olarak yüksek oranda kullanılmaktadır. Ayrıca, B_2O_3 miktarları da çift pişirim sırlarına göre düşüktür. Opak bileşimlerde ise opaklaştırıcı olarak zirkon kullanılır [48]. Ayrıca, literatürde bileşimde zirkona yer verilmeden diopsit ve vollastonit kristalizasyonuyla opaklaşmanın sağlanabildiği rapor edilmiştir [49–50]. Duvar karosu sırlarında zirkon oranı % 7–12 arasında değişmektedir [51]. Görsel 13 tek pişirim duvar karosu şeffaf sırına ait oksit aralıklarını göstermektedir [47].



Görsel 13. Tek pişirim karoların şeffaf sırlarında kullanılan oksit aralıkları [47].

Görsel 14'te tek pişirim (H) ve çift pişirim duvar (B) karosu üretiminde kullanılan firitlerin ısı mikroskobu görüntülerine yer verilmiştir. Bu görüntüler incelendiğinde her iki firitin de maksimum sıcaklıklarda aynı akışkanlığı gösterdiği görülmektedir. Fakat tek pişirim duvar karosu firitinin ergime aralığı daha dardır [47].



Görsel 14. Tek pişirim (H) ve çift pişirim duvar (B) karosu üretiminde kullanılan firitlerin ısı mikroskobu görüntüleri [47].

3.3. Şeffaf ve Opak Sırlar

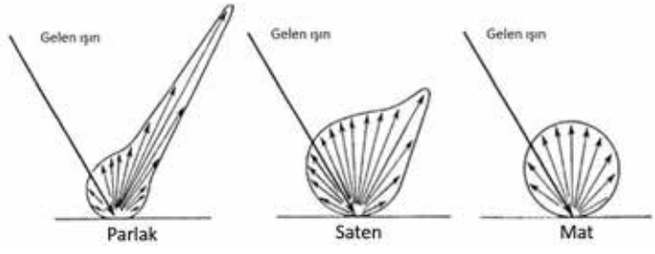
Şeffaf sırlar ışığı olduğu gibi geçirebilen camsı yapıdaki sırlardır. Gelen bir ışık şeffaf sır içerisinden geçerek bünye veya dekora çarpıp renk ve deseni gösterir.

Opak sırlar, ışığın sır içindeki kristallerden dağıtılması sonucu uygulandığı altlığın rengini örtebilen sırlardır. Bu olaya etki eden faktörler, yüzey düzgünlüğü, sır içerisindeki iç yüzeyler (faz ayrımı, kristal fazlar), sırın kırınım indisi ve sır kalınlığıdır [41].

Tek pişirim duvar karoları için zirkon miktarı sabit tutularak bileşimde az miktarda toprak alkali oksitler ve çinko oksit kullanıldığında daha opak sırlar elde edilebilmektedir. Özellikle literatürde ZnO ilavesi ile birlikte zirkon kristallenmesinin de arttığı böylece opaklıkta belirgin bir artış sağlandığı bildirilmiştir [52–53]. Sıvı faz ayrışımlarında ise dikkat edilmesi gereken bir diğer husus renk değişiklikleridir. Bu sebeple soğutma ve firit bileşimi iyi kontrol edilmelidir [54].

3.4. Parlak, Saten ve Mat Sırlar

Parlak, saten ve mat görünüm sır yüzeyine gelen ışınların düzgün yada dağınık bir biçimdeki yansıma miktarlarına bağlı olarak oluşur (Görsel 15). Yüzeyden düzgün yansıyan ışık miktarı yüksekse parlaklık artıp matlık azalmaktadır. Aksi durumda, dağınık yansıma miktarı arttıkça da parlaklık azalıp matlık artmaktadır. Dolayısıyla, parlak, saten ya da mat görünüm, sırlarda kristallerin dağılmasıyla ve/veya pürüzlülük ile ilgili bir etkidir [41].



Görsel 15. Düzgün ve dağınık yansıma miktarlarına göre parlak, saten ve mat yüzeyler [41].

Mat sırların parlak sırlara göre pazar payları daha azdır. Mat ve saten sırlarda kristaller devitrifikasyonla (yeniden kristallenmeyle) kristalize olurlar. Kristal boyutları küçük ve yüzeye yumuşak, kadifemsi bir etki verecek şekildedir. Parlak sırların aksine mat ve saten

sırlar normal bir kurşun kalemle çizilebilir. Görsel 16'da mat ve parlak duvar karosu örnekleri bulunmaktadır. Devitrifikasyon mat sırlarda kalsiyum veya çinkonun bileşime eklenmesi ile elde edilir. Ayrıca, mat yüzey oluşturmada tipik karakteristiklere ek olarak alümina ilavesi de etkilidir [55–56]. Çinko, titanyum, kalsiyum, baryum ve magnezyum oksitler kristalleşme ile matlık sağlarken alüminyum oksit sırlara sertlik kazandırır. Aynı zamanda soğutma kademesi de kristalleşmenin kontrolü için hayati öneme sahiptir.

Görsel 16. Parlak ve mat yüzeyli duvar karoları [57–58].

4. SIRIN UYGULANMASI

Tek pişirim duvar karolarında sırlama genelde kampana yöntemi ile ve yüksek yoğunluktaki sır ile yapılır (Görsel 17). Bu yoğunluk diğer yöntemlere göre daha az miktarda gaz sıkışması sonuçta da daha az yüzey hatası demektir. Fakat yüksek yoğunluklar reoloji sistemlerinde problem yaratabilir. Dolayısıyla, uygun katkılar ile iyi bir deflokülasyon sağlanmalıdır.

Görsel 17. Kampana yöntemi ile karo yüzeyine sır uygulanması [59].

Firitlerde yüksek oranda toprak alkali oksitlerin kullanılması halinde bu oksitlerin suda çözünmesi reolojik anlamda birtakım dezavantajları da beraberinde getirir. Bu katyonlar sulu süspansiyonlarda (asıltılarda) reolojik davranışı değiştirir. Flokülant olarak davranarak viskoziteyi arttırlar. Diğer yandan, bağlayıcılar ile tepkimeye girip viskoziteyi azaltıp yüzey ile bağlanma kabiliyetini düşürürler. Bu iki etkinin kombinasyonu asıltıların reolojik davranışında bazı zorlukları da beraberinde getirir. Dolayısıyla, zamana bağlı iyi bir deflokülasyon ve sedimantasyon bünyeye bağlanmayı azaltır. Ayrıca, toprak alkalilerin suda çözünmesi yukarda belirtilen etkilerin dışında bazı belirli tuzların çökelmesine öncülük eder. Bu tuzlar sonradan sırda iğne deliği miktarını arttırır. Sırın çatlaması ve karoda eğrilik duvar

karolarının üretiminde rastlanan, sır ve bünyenin ısıl genleşme farklılıklardan kaynaklanan iki önemli hatadır. Bu hataların önüne geçebilmek için kullanılacak hammaddelerin ısıl genleşme katsayısına etkilerinin iyi bilinmesi ve sır bünye uyumu için ilk soğutma bölgesinde (T < 750 °C) doğru tercihlerin yapılması gerekmektedir [60]. Bünyenin ısıl genleşme katsayısı yüksek oranda kuvars ve eklenen karbonatların miktarı ile kontrol edilmektedir. Duvar karosu bünyelerinde ısıl genleşme katsayısı 70–80x10^{-7} $°C^{-1}$ arasında değişmektedir [3].

5. DUVAR KAROSU SIRI ÜZERİNE GERÇEKLEŞTİRİLEN SON DÖNEM ÇALIŞMALARI

Karasu ve arkadaşları duvar karosu sırında kullanılan firit [61–67], alternatif renklendiriciler [68–72], bor atıkları [73–78], cam seramik sırları [79–83] ve fosfor ışıl pigmentlerin sırda kullanımı [84–90] üzerine yoğunlaşmışlardır. Ay ve ark. ferrokrom uçucu külünün duvar karosu sırında kullanımının etkilerini araştırmış [91–92], ayrıca Kubad Abad Sarayı çinilerindeki opak sırların karakterizasyonu ve benzer sırların üretilmesi üzerine de çalışmalarda bulunmuşlardır [93]. Sigardi ve ark. tarafından türbin bıçaklarının ısıl bariyer kaplamasında açığa çıkan zirkonya atıkları firit içinde zirkonya kaynağı olarak kullanılıp değerlendirilmeye çalışılmıştır [94]. Torres ve Javier piroksen esaslı cam-seramik sistemlerinin kristalleşme mekanizmasını araştırmışlardır [95]. Nafiseh ve ark. sol–jel yöntemiyle sırlı seramik karo yüzeylerinde Ag/SiO_2 ince filmin hazırlanması ve anti–bakteri aktivitesini incelemişlerdir [96]. Gürbüz ve ark. ticari ve Si ile modifiye edilmiş TiO_2 nano parçacıklarını sprey kaplama yöntemi ile seramik karolar üzerine fotokatalitik yüzey elde etmek üzere uygulamışlardır [97].

SONUÇLAR

Bu ürünler gelişen teknoloji ile birlikte üretim yöntemlerini yenileyerek artık daha kısa sürede ve daha az enerji harcanarak üretilebilmektedirler. Görsel ve dokunsal olarak farklı yüzey görünümleri ürünlerin albenisini arttırırken sunulan çeşitli tasarımlar ile hayatımıza estetik açıdan ayrı bir güzellik katmaktadırlar. Bu estetik özelliklerin kontrolü sırın kimyasal bileşimine ve süreç koşullarının iyi bir biçimde kontrolüne bağlıdır.

KAYNAKÇA

[1]https://yandex.com.tr/gorsel/search?text=antik%20%C3%A7a%C4%9F%20duvar%20karosu%20g%C3%B6rselleri&stype=image&lr=103835&noreask=1&source=wiz(Erişim tarihi: 10.06.2017).

[2] https://yandex.com.tr/gorsel/search?text=antik%20mozaikleri&lr=103835(Erişim tarihi: 10.06.2017).

[3] https://www.preussischer-kulturbesitz.de/en/actual-news-detail-page/news////highlights-of-the-collections-at-the-museuminsel-and-historical-center.html (Erişim tarihi: 10.05.2017).

[4]https://yandex.com.tr/gorsel/search?text=osmanl%C4%B1%20%C3%A7inileri&lr=103835 (Erişim tarihi: 10.06.2017).

[5]https://yandex.com.tr/search/?text=modern%20duvar%20karosu%20g%C3%B6rselleri&lr=103835&clid=2196600 (Erişim tarihi: 10.06.2017).

[6] SACMİ, *Appilied Ceramic Technology*, 2005.

[7] Bhattacharya, A., Optimization of Firing Parameters for Ceramic Ware by Thermal Analysis, Journal of Thermal Analysis, 49, 1365–1371, 1997.
[8] Benlloch, A. E., *Single Fired Wall Tile Manufacture*, Qualicer, World Congress on Ceramic Tile Quality, Castellon (Spain) 111–140, 1992.
[9] Cengiz, Ö., *Monoporoz (Monoporosa) Duvar Karolarının Pişirim Koşullarının Geliştirilmesi*, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, 2011.
[10] Karasu, B., Kaya, G., Yurdakul, H., *Etibor Kırka Boraks İşletmesi Konsantre ve Türev Atıklarının Duvar Karosu Bünye Özelliklerine Etkisi*, Kütahya I. Uluslararası Bor Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 224–228, 2002.
[11] Karasu, B., Kaya, G., Yurdakul, H., Topkaya, A., *The Efforts on Utilization of Borax Solid Wastes in Wall Tile Bodies*, Abstract Book of the 104th Annual Meeting & Exposition of the American Ceramic Society, p. 274, 2002.
[12] Karasu, B., Yurdakul, H. ve Kaya, G., Boraks Katı Atıklarının Duvar Karosu Bünye Reçetelerinde Akışkanlaştırıcı Eleman Olarak Kullanımı ve Mikroyapıya Etkileri, Seramik Türkiye Dergisi, Seramik Federasyonu, Ekim-Aralık Sayısı, 135–145, 2004.
[13] Karasu, B., *Use of Borax Solid Wastes in Ceramics' World*, Proceeding Books of the X. Conference and Exhibition of the European Ceramic Society, Silicates and Traditional Ceramics Section, Berlin, 1773–1778, 2007.
[14] Kurama, S., Kara, A., Kurama, H., Investigation of Borax Waste Behaviour in Tile Production, Journal of the European Ceramic Society 27, 1715–1720, 2007.
[15] Levitskii, I. A., Pozniak, A. I., Baranceva, S. E., Effects of the Basaltic Tuff Additions on the Properties, Structure and Phase Composition of the Ceramic Tiles for Interior Wall Facing, Procedia Engineering 57, 707–713, 2013.
[16] Ozturk, Z. B., Gultekin, E. E., Preparation of Ceramic Wall Tiling Derived from Blast Furnace Slag, Ceramics International 41, 12020–12026, 2015.
[17] Das, S. K., Kumar, S., P., P., Exploitation of Iron Ore Tailing for the Development of Ceramic Tiles, Waste Management 20, 725–729, 2000.
[18] Lin, D. F., Chang, W. C., Yuan, C., Luo, H. L., Production and Characterization of Glazed Tiles Containing Incinerated Sewage Sludge, Waste Management 28, 502–508, 2008.
[19] Chandra, N., Sharma, P., Pashkov, G. L., Voskresenskaya, E. N., Amritphale, S. S., Baghel, N. S., Coal Fly Ash Utilization: Low Temperature Sintering of Wall Tiles, Waste Management 28, 1993–2002, 2008.
[20] Olgun, A., Erdogan, Y., Ayhan, Y., Zeybek, B., Development of Ceramic Tiles from Coal Fly Ash and Tincal Ore Waste, Ceramics International 31, 153–158, 2005.
[21] Menezes, R. R., Ferreira, H. S., Neves, G.A., de L. Lira, H., Ferreira, H. C., Use of Granite Sawing Wastes in the Production of Ceramic Bricks and Tiles, Journal of the European Ceramic Society 25, 1149–1158, 2005.
[22] Youssef, N. F., Abadir, M. F. and Shaterc, M. A. 0. Utilization of Soda Glass (Cullet) in the Manufacture of Wall and Floor Tiles, Journal of the European Ceramic Society 18, 1721–1727, 1998.
[23] Ay, N., Taşpınar, B., *Duvar Karosu Üretiminde Perlit Kullanımı*, IV. Seramik Kongresi, Bildiriler Kitabı, 47-52, 1998.
[24] Taşpınar, B., Ay, N., Use of Perlite in Wall Tile Production, The Amer. Ceram. Soc. Bull., Vol 78, No 6, 86-87, 1999.

[25] Binal, G., Ay, N., *Utilization of Magnesite Host Rocks in Wall Tile*, SERES 11, II. International Ceramic Glass, Porcelain Enamel, Glaze and Pigment Congress, 2011.
[26] Tahran, B., Ay, N., Yıldız, C., *Development of Red Wall Tile Composition by Dry Grinding Process with Experimental Desing Method*, Qualiceer 2008, X. World Congress on Tile Quality, Vol. 3 , pos 101, 2008.
[27] Kr Das, S., Dana, K., Singh, N., Sarkar, R., Shrinkage and Strength Behaviour of Quartzitic and Kaolinitic Clays in Wall Tile Compositions, Applied Clay Science 29, 137–143, 2005.
[28] Escardino, A., Garcia-Ten, J., Feliu, C., Gozalbo, A., Calcium Carbonate Thermal Decomposition in White–Body Wall Tile during Firing. II. Influence of Body Thickness and Calcite Content, Ceramics International 38, 3141–3147, 2012.
[29] Sariisik, A., Sariisik, G., Senturk, A., Applications of Glaze and Decor on Dimensioned Andesites Used in Construction Sector, Construction and Building Materials 25, 3694–3702, 2011.
[30] Tarhan, M., Tarhan, B., Aydin, T., The Effects of Fine Fire Clay Sanitary Ware Wastes on Ceramic Wall Tiles, Ceramics International 42, 17110–17115, 2016.
[31] Amorós, J. L., Orts, M. J., Mestre, S., Garcia-Ten, J., Feliu, C., Porous Single–Fired Wall Tile Bodies: Influence of Quartz Particle Size on Tile Properties, Journal of the European Ceramic Society 30, 17–28, 2010.
[32] Yiu, C. Y., Ho, D. C. W., Lo, S. M., Weathering Effects on External Wall Tiling Systems, Construction and Building Materials 21, 594–600, 2007.
[33] Kara, A., Özer, F., Kayacı, K., Özer, P., Development of a Multipurpose Tile Body: Phase and Microstructural Development, Journal of the European Ceramic Society, Volume 26, Issue 16, Pages 3769–3782, 2006.
[34] Süzük, K. G., Telle, R., Hohmann, M, Seiffarth, T, Kaps, C, Vicent, M., Monzó, M., Korç, G., Kara, A., Kara, F., Development of Alkali–Activated Binder for Ceramic Tile Production, Interceram 61, [6], 350–353, 2012.
[35] Gabaldon-Estevan, D., Mezquita, A., Ferrer, S., Monfort, E., Unwanted Effects of European Union Environmental Policy to Promote a Post–Carbon Industry, The Case of Energy in European Ceramic Tile Sector, Journal of Cleaner Product, 117, 41–49, 2016.
[36] Küçüker, A., Kayacı, K., Kara, A. *Effect of Calcite Addition on Sintering Behaviour of a Model Ceramic Wall Tile Body*, Qualicer, World Congress on Ceramic Tile Quality, Castellon (Spain), 17–21, 2008.
[37] Escardino, A., Gracia–Ten, J., Gracia, M.C., Vicent, M., *Calcium Carbonate Decomposition in Porous Wall Tile Bodies during Firing. Influence of Temperature*, Qualicer, World Congress on Ceramic Tile Quality, Castellon (Spain), 27–29, 2000.
[38] Escardino, A., Gracia-Ten, J., Soriano, M., *Study of Calcite Decomposition during Wall Tile Firing*, Qualicer, World Congress on Ceramic Tile Quality, Castellon (Spain), 265–278, 2006.
[39] Parmelee, C. W. and Harman, C. G., *Ceramic Glazes*, Cahners Books, 1973.
[40] http://www.archello.com/en/product/variegated-glaze-royce-wood-studio(Erişim tarihi: 10.05.2017).
[41] Eppler, R. A. and Eppler D. R., *Glazes and Glass Coatings*, America Ceramic Society, 2000.

[42] Kartal, A., *Sır ve Sırlama Tekniği*, Çizgi Matbaacılık, 1998.
[43] Taylor, J., R., Bull, A., C., *Ceramics Glaze Technology*, Pergamon, 1986.
[44] http://www.cnmltd.com/pic/other/2013-09-29-23-03-384.jpg (Erişim tarihi: 10.05.2017).
[45] http://keskinkimya.com.tr/mat-seffaf-emaye-fritler.asp (Erişim tarihi: 10.05.2017)
[46] Casasola, R., Rincón, J.M. Romero, M., Glass–Ceramic Glazes for Ceramic Tiles: A Review, Journal of Material Science, 47 (2), 553–582, 2012.
[47] Albro, J., L., A., *Glazes for Ceramic Wall and Floor Tiles. Evolution and Perspectives*, Qualicer, World Congress on Ceramic Tile Quality, Castellon (Spain) 69–100, 1992
[48] Pekkan, K., Karasu, B., Küçük, A., *Production and Industrial Adaptation of Fast Single Firing Wall Tile Opaque Glass–Ceramic Glazes Containing Borax Solid Wastes*, Global Symposium on Recycling, Waste Treatment and Clean Technology, 371–378, 2008.
[49] Pekkan, K., Karasu, B. and Onal, H. S., The Production of Zircon–Free Opaque Wall Tile Frits and Their Use in Ceramic Industry, Tile & Brick International Manual, 30–33, 2009.
[50] Pekkan, K., Karasu, B., Zircon–Free Frits Suitable for Single Fast-Firing Opaque Wall Tile Glazes and Their Industrial Productions, Journal of European Ceramic Society, 29, 1571–1578, 2009.
[51] Aparici, J., Moreno, A., Escardino, A., Amoros, J. L., Mestre, S., *Study of Opacification in Zirconium Ceramic Glazes Used in Single-Fired Wall Tile Manufacture*, Qualicer, World Congress on Ceramic Tile Quality, Castellon (Spain), 35-45, 1994.
[52] Wang, S., Peng, C., Lü, M., Wu, J., Effect of ZnO on Crystallization of Zircon from Zirconium-Based Glaze, Journal of American Ceramic Society, 96, [7], 2054–2057, 2013.
[53] Pekkan, K., Karasu, B., Production of Opaque Frits with Low ZrO_2 and ZnO Contents and Their Industrial Uses for Fast Single–Fired Wall Tile Glazes, Journal of Material Science, 44, 2533–2540, 2009.
[54] Aparisi, J., Nunez, M. V., Moreno, A., Orts, M. J., *Liquid Phase Seperation in Glazes for Single Fired Porous Wall Tile*, Qualicer, World Congress on Ceramic Tile Quality, Castellon (Spain) 245–262, 1992
[55] Ozturk, Z., B., Yıldız, B., Effect of Alumina Characteristics and Concentration on Thermal Behavior, Phase Evolution, and Aesthetic Properties of Tile Glaze Coatings, Glass Physics and Chemistry, 42, 257–262, 2016.
[56] Campa, F., Gines, F., Robles, J., *Matting of A Transparent Porous Wall Tile Glaze by Adding Alumina*, Qualicer, World Congress on Ceramic Tile Quality, Castellon (Spain), 15–17, 2000.
[57] https://www.fireclaytile.com/gallery/detail/introducing-crt/ (Erişim tarihi: 10.05.2017).
[58]https://yandex.com.tr/gorsel/search?text=Parlak%20ve%20mat%20y%C3%BCzeyli%20duvar%20karolar%C4%B1&stype=image&lr=103835&noreask=1&source=wiz (Erişim tarihi: 15.06.2017).
[59] http://www.lifeofanarchitect.com/how-ceramic-tile-is-made (Erişim tarihi: 10.05.2017).
[60] Cantavella, V., Moreno, A., Mezquita, A., Gilabert, F., Barber J., Palanques, A., *Delayed Curvatures in Porous Ceramic Wall Tiles*, Qualicer, World Congress on Ceramic Tile Quality, Castellon (Spain), 1–13, 2010.
[61] Karasu, B., *Transparan Firitlerde Sütlenmeye Etki Eden Parametrelerin Belirlenmesi*, TÜBİTAK Seramik Araştırma Merkezi (SAM), P2000–03–Özel, Proje Son Raporu, 2000.

[62] Karaveli, K., Karasu, B. and Onal, H. S., *Decreasing of Zircon Content in Opaque Wall Tile Frits*, Proceeding Books of the X. Conference and Exhibition of the European Ceramic Society, Silicates and Traditional Ceramics Section, Berlin, 1602–1605, 2007.
[63] Karaveli, K., Karasu, B. ve Önal, H. Ş., *Zirkonsuz Opak Firit ve Firit–Bazlı Hızlı Tek Pişirim Duvar Karosu Sırı Üretimi ve Karakterizasyon*, IV. Uluslararası Katılımlı Seramik, Cam, Emaye, Sır ve Boya Semineri (SERES'07) Bildiriler Kitabı, 808–814, 2007.
[64] Karasu, B., Pekkan, K., *Zirkonu Azaltılmış (~% 25) Hızlı Tek Pişirim Duvar Karosu Opak Firit Üretimi*, TÜBİTAK TEYDEB Projesi, 3060236, Proje Son Raporu, 2008.
[65] Karasu, B., Yet, G., *Hızlı Tek Pişirim (Monoporoza) Duvar Karosu Sırlarında Firit İçeriğinin Azaltılması*, Seramik Araştırma Merkezi (SAM) A.Ş., Proje Son Raporu, 2010.
[66] Pekkan, K., Karasu, B., Evaluation of Borax Solid Wastes in Production of Frits Suitable for Fast Single–Fired Wall Tile Opaque Glass–Ceramic Glazes, Bull. Mater. Sci., Vol. 33, No. 2, pp. 135–144, 2010.
[67] Karacaoglu, E., Karasu, B., *The Development of Transparent Frit Suitable for Wall Tile Vetrosa Applications*, Proceeding of V. International Eskişehir Terracotta Symposium, 245–257, 2011.
[68] Karasu, B., Çakı, M. ve Tosuner, L., *Limonitin Duvar Karosu Saten ve Opak Sırlarında Renklendirici Olarak Kullanımı*, 8. Denizli Malzeme Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 465–470, 2000.
[69] Karasu, B., Kaya, G., *Potansiyel Renklendirici Hammadde Olarak Limonitin Çeşitli Seramik Sırlarında Değerlendirilmesi*, 4. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 51–58, 2001.
[70] Karasu, B., Çakı, M., Akgün, E., *Seydişehir Alüminyum Tesisi Atığı Kırmızı Çamurdan Üretilen Pigmentlerin Yer ve Duvar Karosu Sırlarında Değerlendirilmesi*, II. Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 138–144, 2002.
[71] Karasu, B., Tosuner, L., The Micro–structural Studies in Limonite Containing Satin and Opaque Wall Tile Glazes, Ceramic Forum International, DKG, 80, No: 9, E61–65, 2003.
[72] Karasu, B., Akgün, E., Kaya, G., Effects of Red Mud Based Pigments on Wall and Floor Tile Glazes, Ceramic Forum International, DKG 82, No: 10, E 41–44, 2005.
[73] Karasu, B., Kaya, G., Kozulu, R., *Konsantre Boraks Atığının Duvar Karosu Sırlarında K-Feldispat Yerine Kullanımı*, Kütahya I. Uluslararası Bor Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 193–197, 2002.
[74] Karasu, B., Kaya, G. and Kozulu, R., *Characterization of Opaque Wall Tile Glazes Containing Etibor–Kırka Borax Solid Wastes of Turkey*, Proceedings of Austceram & The 2nd International Ceramic Congress and Exhibition, Austceram 2002, Perth, Australia, 191–192, 2002.
[75] Karasu, B., Kaya, G., Kozulu, R., *Evaluation of Etibank–Kırka Borax Solid Wastes of Turkey in Wall Tile Glazes*, Abstract Book of the 104th Annual Meeting & Exposition of the American Ceramic Society, p. 275, 2002.
[76] Karasu, B., Kaya, G., Kozulu, R., *Utilisation of Concentrator Wastes of Etibor Kirka Borax Company in the Recipe of An Opaque Frit Used for Wall Tile Glazes as An Acid Boric Replacement*, Euro Ceramics VIII, Key Engineering Materials, Vols. 264–68, 2505–08, 2004.

[77] Karasu, B., Kaya, G., Çakır, A. ve Binal, G., *Kırka Boraks Atıklarının Hızlı Pişirim Granitlerine Uygun ZrO_2–CaO–MgO–SiO_2 (ZrCMS) ve CaO–MgO–Al_2O_3–SiO_2 (CMAS) Cam Seramik Sırlarında Değerlendirilmesi*, TÜBİTAK 1001 Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projelerini Destekleme Programı, 105M351, Proje Son Raporu, 2007.
[78] Pekkan, K. K, Karasu, B. and Kucuk, A., *Production and Industrial Adaptation of Fast Single Firing Wall Tile Opaque Glass–Ceramic Glazes Containing Borax Solid Wastes*, Proceedings of the REWAS 2008 Global Symposium on Recycling, Waste Treatment and Clean Technology, Cancun, Mexico, 371–378, 2008.
[79] Kaya, G., Karasu, B. and Cakir, A., Characterization of Diopside-Based Glass-Ceramic Porcelain Tile Glazes Containing Borax Solid Wastes, Journal of Ceramic Processing Research, Vol. 12, Issue 2, 135–139, 2011.
[80] Karasu, B. ve Kaya, G., *ZrO_2–CaO–MgO–SiO_2 (ZrCMS) ve CaO–MgO–Al_2O_3–SiO_2 (CMAS) Sistemi Cam Seramikleri*, TÜBİTAK Seramik Araştırma Merkezi (SAM), P/2003–01, Proje Son Raporu, 2003.
[81] Pekkan, K., Karasu, B. ve Onal, H. S., *Hızlı Pişirim Duvar Karosu Cam-Seramik Sır Sistemlerinde Bor Oksidin Etkileri*, II. Ulusal Bor Çalıştayı Bildiriler Kitabı, 325–331, 2008.
[82] Pekkan, K., Karasu, B., R_2O–RO–(ZrO_2)–B_2O_3–Al_2O_3–SiO_2 Cam–Seramik Sistemlerinden Hızlı Pişirim Duvar Karosu Opak Sırı Olarak Faydalanılması, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, Özel Sayısı, 37–44, 2009.
[83] Karasu, B., *Glass Ceramic Systems Suitable for Conventional Ceramic Glazes*, Abstract Book of the CIMTEC 2010–12th International Ceramics Congress & 5th Forum on New Materials, Montecatini Terme, Italy, p. 116, 2010.
[84] Karasu, B., ve Kaya, G., *Flüoresans Özellikli Sır Kompozisyonlarının Geliştirilmesi*, TÜBİTAK Seramik Araştırma Merkezi (SAM), P/2001–03, Proje Son Raporu, 2002.
[85] Kaya, Y. S., Karasu, B., Karacaoğlu E., *General Review of Application of Phosphorescence Pigments in Ceramic Industry*, the Proceedings of SERES'09 I. International, Ceramic, Glass, Porcelain Enamel, Glaze and Pigment Congress, 608–616, 2009.
[86] Karasu, B., Kaya, Yesilay, S., Karacaoğlu, E., Çakı, M., Özel, E., Kaya, G., *Fosforesans Özelliğe Sahip Mavimsi–Yeşil, Sarımsı–Yeşil Pigmentlerin Üretimi ve III. Pişirim (Dekor Pişirimi) Duvar Karosu Sırlarında ve Vetroza Uygulamalarında Kullanımı*, TÜBİTAK 1001 Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projelerini Destekleme Programı, 108M464, Proje Son Raporu, 2010.
[87] Kaya, Yeşilay, S., Karasu, B., Mavimsi–Yeşil ve Sarımsı–Yeşil Fosforesans Pigmentlerin Üretimi, Duvar Karosu Vetroza Uygulamalarında Kullanımı, Seramik Türkiye Dergisi, Seramik Federasyonu, No:35, Ocak–Mart Sayısı, 128–134, 2011.
[88] Kaya, Yeşilay, S., Karasu, B., Process Parameters Determination of Phosphorescent Pigment Added, Frit–Based Wall Tiles Vetrosa Decorations, Ceramics International, Vol. 38, Issue 4, 2757–2766, May 2012.
[89] Karasu, B., *Geleneksel Seramiklerde Kullanım Potansiyeline Sahip İnorganik Esaslı Fosfor Işıldamalı Pigmentler*, VII. Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 305–321, 2013.
[90] Karasu, B., *Inorganic Phosphorescent Pigments for the Usage on the Surfaces of Ceramics, Glasses and Metals*, Abstract Book of International Conference on Traditional and

Advanced Ceramics 2013 (ICTA2013) in conjunction with ASEAN Ceramics 2013, Bangkok, Thailand, p. 23, 2013.
[91] Bayer, Z., Atay, B., Ay, N., Çakı, M., *Ferrokrom Uçucu Külünün Duvar Karosu Sırındaki Renk Etkileri*, 7.Uluslararası Katılımlı Seramik Kongresi Bildiriler Kitabı, TE127, 2008.
[92] Öztürk, Z. B., Ay, N., The Effect of Ferrochromium Fly Ash as a Pigment on Wall Tile Glaze, Advances in Science and Technology, 63, 213–218, 2010.
[93] Yastı, Ş. Y., Ay, N., *Kubad Abad Sarayı Çinilerindeki Opak Sırların Karakterizasyonu ve Benzer Sırların Üretilmesi Çalışmaları*, 5. Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu, Eskişehir, 2011.
[94] Siligardi, C., Lusvarghi, L., Giolli, C., Scrivani, A., Venturelli, D., Recycling in Ceramic Glazes of Zirconia Overspray from Thermal Barrier Coatings Manufacturing, Journal of the European Ceramic Society 34, 147–154, 2014.
[95] Torres, F. J., Javier Alarcón, J., Mechanism of Crystallization of Pyroxene–Based Glass–Ceramic Glazes, Journal of Non–Crystalline Solids 347, 45–51, 2004.
[96] Baheiraei, N., Moztarzadeh, F., Hedayati, M., Preparation and Antibacterial Activity of Ag/SiO_2 Thin Film on Glazed Ceramic Tiles by Sol–Gel Method, Ceramics International 38, 2921–2925, 2012.
[97] Gürbüz, M., Atay, B., Doğan, A., Photocatalytic Performance of TiO_2 Coated Ceramic Tiles, Anadolu University Journal of Science and Technology–A Applied Sciences and Engineering, Cilt/Vol.: 13-Sayı/No: 2, 89–94, 2012.

CERAMIC CLAYS CONTAINING FRIT

Soner GENÇ[1], Elçin TELLİ[2]

[1,2] Anadolu University, Faculty of Fine Arts, Department of Ceramics

Eskişehir/ TURKEY

ABSTRACT

First examples of clay with frit such as Wedgwood porcelain, Reaumur porcelain, Belleek porcelain were produced in 17th century. High amounts of frit are added to clay structure of porcelain, milk white broken ceramics pieces create a glaze effect on the surface. Clays with frit are advantageous because they are produced with single firing without using glaze on their surfaces. Ceramics body which obtains a glazed appearance can be used in many fields. It especially provides an opportunity for the ceramics artist to create new interpretations with the new material during the process of artistic ceramics manufacture. When the amount of frit added to clay structure increases, the clay obtains a glassy appearance and when this amount increases more, the clay turns into glaze. In this study, two different types of frit as transparent and opaque were added to Kınık Village red clay, vitrified clay, hard porcelain clay and chamotte clay with increasing amounts and they were fired in electrical kilns at 1000 °C and 1200 °C temperatures. By choosing clay-frit mixtures with positive properties, physical tests were performed. Clays containing frit, which enable the shaping of forms with artistic effect, reflect the positive results of the study.

Key Words: Frit, Fritted Clays, Fritted Porcelain

1. PORCELAIN

Porcelain has an importance and function beyond being a plastic material among ceramics bodies. Porcelain, which is a Far East type of ceramics, is a type of ceramics whose aesthetical and technological properties has been developed today. Chinese porcelain for which numerous researches have been done to produce in Europe, has affected many culture in the history. This aesthetical aspect and mystery of porcelain have made this type more valuable and it has become a prestigious possession for aristocratic class in various societies. It is possible to say that a few materials and products have had a sociological effect like porcelain with their aesthetical and technological properties in the history of culture. Porcelain has obtained variety with the numerous researches till today's modern ceramics technology. Qualifications of white, thin, semi-transparent, plain Chinese porcelain have become the aesthetical values to be reached by European ceramics; researches have resulted in the emergence of many types of porcelain. Additionally, products that is close to the whiteness of porcelain product have tried to be produced in other regions, too and different ceramics traditions have occurred (such as Italian majolicas and İznik china). Chinese porcelain has had an effect on the ceramics traditions of other countries for more than thousand years (Çakır, p. 4-6, 2004).

1.1. Fritted Porcelain

Frit was used for the decorations of low reliefs on the walls in 550 B.C. by Achaemenid which is a branch of Pasargad tribe (The dynasty which established Great Persian Empire in the First Age. Achamaneis who lived around 700 B.C. gave the name to the family. Keyhusrev the second of the family defeated the Medes in 6 B.C and established Persian Empire). Multicolored panels, unrealistic animals, bulls and lions with wings, sphinx founded in Shusha and Persepolis, animals with eagle head were produced. Low reliefs depicting guards and courtiers can be seen on the walls of palace. "Frieze of Archers" from Darius' palace in Shusha was created in the same way. The Achaemenid used, what public called, enameled clay instead of baked clay. The first soft porcelain was manufactured by Islamic potters in the East in 12^{th} century; they made it by mixing glaze material with clay (Anonymous, 2017, **[1]**).

Semi-transparent, light transmitting texture of porcelain gave the idea to the ceramists in Europe to add granulated glass and increase its transparency. First successful results were obtained by adding fine granulated glass or transparent frit in clay in France in 16^{th} century. Since this study was performed under the domination of Medici family, this type of porcelain is also known as 'Medici Porcelain'. The next testing related to the manufacturing porcelain was performed by again adding some glassy frit to the clay. Porcelain type also known as Pate Tendre in France in 1673 was a low temperature (nearly 1100^0C) and non-plastic material. This porcelain containing frit which is also called as soft porcelain was first produced in Chelsea and Bow in England in 1744. Soft porcelain tried to be developed in England and France in the first half of 18^{th} century. However, non-plastic glass in its structure led its dry resistance to be low before firing and also to be deformed during firing. Additionally, having low shock resistance of fired product caused to search for a more durable porcelain body (Çakır, p. 4-6, 2004).

In addition to kaolin and quartz, there is another artificial substance frit in the structure of the clay. The appearance of the fired broken pieces is blurred and has milk white transparency. The oldest porcelain containing frit is the porcelain which is called "Reaumur Porcelain" made by Reaumur in France. Following substances constitute the structure of the porcelain containing frit which is called "Belleek Porcelain" in England: 50 % rich in alkaline frit, 40 % clay or kaolin, 10 % quartz. The compound of used frit consists of the following substances: 60 % feldspar, 20 % chalk, 20 % quartz. Pieces like kitchenware are produced from the porcelain which is glazed with earthenware glaze. Again, by using the same clay; both glazed and unglazed ornaments such as button, necklace and beads are produced (Arcasoy, p.143,1987).

1.1.1 Belleek Porcelain

Castlecaldwell region in Belleek Village was inherited from his family to John Calwell Bloomfield in 1849. He started geological researches in the field and necessary raw materials for the production of ceramics such as feldspar, kaolin, filintstone, and clay were extracted. With the advantage of having the factory near River Erne, water mills were built and the clay used in the production of ceramics was grinded and casting clay was obtained.

Figure 1. Belleek Porcelain Factory

John Caldwell Bloomfield ensured railway to be built in Belleek by the lobbying works. In this way, he obtained the coal which is used for the firing of ceramics easily and he put the ceramics he produced on the market. He planned an administrative building where he could manage all his works (raw material, power, fund, transportation) and laid the foundation of this building on 18 November 1858. Thinking that the local workers in the factory did not have proficiency to meet the expected quality, he employed 14 masters in the factory by offering high salaries and high living standards. At first, the production served for the local consumption (mortars, sink, trays for hospitals, floor tile, isolators and tableware). The company had set up on market all across Ireland and England until 1865, it started to export products to USA, Canada and Australia. In 1952, Belleek set up its first electrical kilns. The company modernized its production in 1966 and changed many of its old workshops. The company had survived with ups and downs until 1984 and finally it was sold. Since Belleek visitors center was opened in 1989, the company gained a more powerful economic situation and was bought by Dr. George Moore's "Erne Heritage Investments" in 1990. In 2003, Belleek created a new brand called "Belleek Living", has diversified its range of products and has survived until today. (Anonymous, 2017, **[4]**).

Figure 2. Belleek Porcelain

1.1.2. Reaumur Porcelain

Reaumur was from a well-known family, La Rochelle family and completed his education in Paris. He wrote about the art of glass along with the development of kilns in 1729. The work he created was like an opaque white glass and it is called as “Reaumur Porcelain”. He did researches about Chinese Porcelain (Anonymous, 2017, **[3]**).

Figure 3. Reaumur, Rene-Antoine Ferhault De (France 1683-1757)
Figure 4. Reaumur Porcelain 1730-1750

1.1.3. Wedgwood Porcelain

Wedgwood which stated the production of ceramics as a small workshop in Stroke-On-Trent town by Thomas Wedgwood in 1656, continued to produce with the name of “Josian Wedgwood and Sons” of Josian Wedgwood and today it continues its commercial and artistic existence as a part of “Waterford Wedgwood Group”. Since it has high production standards, and since quality, innovation and design come in the first place, the company has taken place near the top in the world of ceramics since its establishment. Josian Wedgwood, who was known as “the father of English ceramics” with his innovative and investigative personality, created Jasper, Queenware and Black Basalt for the world of ceramics. In spite of the traditional production in that period, he designed many tools and machines to ease the production of ceramics. Some of them are turning wheel turned by a machine, horizontal axis engraving lathe and temperature detection tool pyrometer. In contrast with many ceramics factories which were forced to close down due to inappropriate conditions in 1930s, Wedgwood kept increasing its success and they decided the establishment of today’s modern factory in that period. This factory started production in 1940s and quadrupled its original size. Wedgwood maintains its living traditions today with its design process, methods of production and the abilities of excellent masters working there (Yüksel, p.1, 2011).

Figure 5. Wedgwood from Works Examples

2. MATERIALS USED IN THE RESEARCH

In this study, Kınık pottery clay, hard porcelain clay, vitrified clay and chamotte clay were used prepare fritted ceramics.

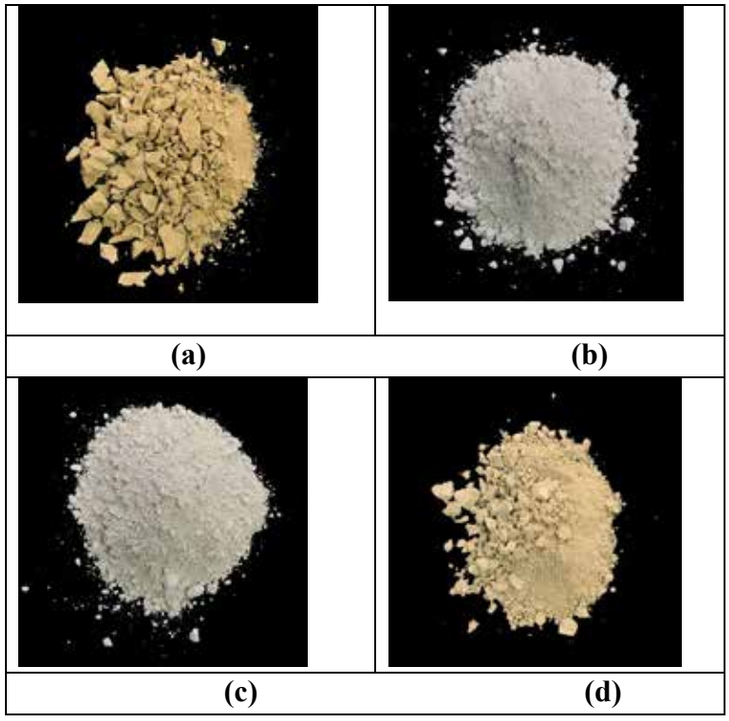


Figure 6. (a) Kınık Pottery Red Clay, (b) Hard Porcelain Clay, (c) Vitrified Clay, (d) Chamotte Clay

2.1. Kınık Pottery Clay

With the deterioration of feldspar rocks among sapless ceramics raw materials, sappy ceramics raw material clay occurs. Clays which contains high amounts of iron oxide in their chemical structure are also used as red clay. Since they are cheap, they are commonly used for the production of pots, bricks, tiles or for artistic products. Since the clay which is brown before firing becomes red after the firing due to high amount of iron oxide in its content, it is called this way. They are produced in pottery villages and more appropriate to form on pottery wheels. They are fired at low temperatures, at high temperatures the color turns dark brown and black and then it hardens. Firing of products made of red clay should not be hotter than 1100^0C temperature. Since it contains high amount of alkaline oxide and iron oxide, it melts like glaze in the kiln when it is fired at hotter temperatures. Red clay whose raw color is brown turns into tile red at 1100^0C, it sinters at 1200 and 1300^0C and become dark brown. (Genç, p.27, 2013)

2.2. Hard Porcelain Clay

Porcelain which is the most important and the most valuable of ceramics products is generally described as being nonporous, thin, white and with its transparent broken pieces in its content. It is studied under two big groups: Hard porcelain and soft porcelain. Both types of

porcelains are included in Kaolin-Feldspar-Quartz ternary system. Hard porcelain is rich in kaolin and poor in feldspar compared to soft porcelain; it is fired at hotter temperatures. (Arcasoy, p.130,1987**).**

2.3. Vitreous China

In the simplest term Vitreous China can be defined as earthenware clay whose water absorption is less than 1%. It is located between earthenware with feldspar and porcelain with its properties and technology; therefore, it is usually called semi porcelain or sanitary porcelain. It is different from compact china clay because compaction is performed with feldspar instead of special compaction clay. The reason why this clay, which started to have been produced since 1920, is called Vitreous China is the two words it is derived from. Vitreous means glassy, China means porcelain. In reality, porcelain is glassy and semi-transparent. However, Vitreous China is not transparent. Hotel utensils and medical equipment are generally made of Vitreous China. The temperature of biscuit firing (1250-1280 ^{0}C), performed when necessary, is hotter than glaze firing temperature (1180-1200 ^{0}C) while producing utensils and kitchen ware. Medical equipment which used to be made of earthenware are now made of nonporous clays such as Vitreous China and porcelain. Mineralogical compounds of the clays especially used for medical equipment production differ from hard earthenware clays with the high amount of feldspar that they contain. There are 40-50% of argil ore, 20-30% quartz and 20-30% of feldspar in it (Arcasoy, p.128, 1987).

2.4. Chamotte Clay

In order to call clay as chamotte it needs to be fired until it loses its binding properties. This chamotte is grinded to desired size in grinding mills or crushers. Particle size and content of the chamotte used in clays change depending on the type of the clay and the size of the product to be created. Specific amounts of grinded china pieces notably their own fired pieces are added to the clay of earthenware and porcelain. This addition acts as chamotte during the process of firing. Variable amounts of chamotte are also used in the clays of medical equipment and firebrick. The resistance of ceramics clay increases with the addition of chamotte. Shrinkage and binding properties of clay decreases, porosity of fired clay is provided (Arcasoy, p. 1, 1987).

2.5. Frit

Frit is the glassy form of the raw materials used in the glaze by subjecting it to a heat treatment. The most important purpose of it is to make water soluble materials insoluble. Therefore, it is much more applicable for soft glazes fired at 1200 ^{0}C. There are lead oxide, borax, boric acid and other chemical materials in these glazes. In the receipt of the glaze in the frit kiln, there are transparent raw materials which constitute the glass phase. It is used in clay as well as porcelain bodies and glaze structure which is used to coat tableware, sanitary goods. Different raw materials melted down for a specific period of time and a specific temperature are extremely appropriate to the structure of glaze, even have glaze making properties. It

changes in accordance with the raw material used as opaque, matte, transparent frit. (Anonymous, 2017, **[1]**).

3. EXPERIMENTAL STUDIES

As a part of the study, opaque white and transparent mixtures were prepared with two different frit addition to be added to Kınık pottery red clay, hard porcelain clay, vitreous china and chamotte clay. Mixture proportions of frit-clay are given in chart 1.

Table 1. Frit-Clay Mixing Ratios

Frit						
%	0	20	40	60	80	100
%	100	80	60	40	20	0
Kınık pottery clay, Hard porcelain clay, Vitrified clay, Chamotte clay						

One-piece plaster molds were prepared for the formation of test samples (Image 7) and they were dried. The clays to be used in the test and two different frits were grinded and crushed into powder. The amounts of clay and frit as stated in the chart 1 were weighted, mixed in the mortar by adding water and clays with plastic consistency were prepared. The clays were swaged into plaster molds and formed. Test samples taken out of the molds were put into containers, which had been formed with casting method and biscuit fired, and then dried at room temperature. Test samples being dried in biscuit containers can be seen in Figure 8. Dried samples were fired in electrical kilns at 1000 and 1200 ^{o}C in a neutral environment.

Figure 7: Plaster Molds Shaped by Test Samples

Figure 8: Biscuits Cups, where Test Samples were Dried.

3.1. Clay Tests with Transparent Frit, Kınık Red Clay, Porcelain Clay, Vitreous China and Chamotte Clay Mixtures

	0 % Frit	20 % Frit	40 % Frit	60 % Frit	80 % Frit	100 % Frit
Kınık Red Clay						
Porcelain Clay						
Vitreous Clay						
Chamotte Clay						

Figure 9. Clay Tests with Transparent Frit Addition 1000 °C

	0 % Frit	20 % Frit	40 % Frit	60 % Frit	80 % Frit	100 % Frit
Kınık Red Clay						
Porcelain Clay						
Vitreous Clay						
Chamotte Clay						

Figure 10. Clay Tests with Transparent Frit Addition 1200 °C

Clay Tests with Transparent Frit Addition (1000 °C): When 20 % and 40 % of frit was added to red clay, the colour gradually turned into dark brown. When 60 % of frit was added, it became light brown with its sinter appearance. The colour became lighter when 80 % of frit was added and the body became glassy. Off white colour of porcelain clay was similar up to 60 % of frit addition; there were slight differences in the shade though. The body with 80 % frit addition was white and became glassy. Vitreous china with 20 % frit addition was cream, it became darker and sintered when 40 % was added. Glassy body occurred when 60 % frit was added. Crimson-brown shades were obtained in the bodies with chamotte clay (Figure 11), the colour became yellow and sintered when 60 % of frit was added. The body became glassy when 80 % of frit was added (Figure 12). It was observed in all kinds of clays that the body melted and became glassy when 80 % of frit was added.

Clay Tests With Transparent Frit Addition (1200 °C): The colour became dark brown and the body foamed when 20 % of frit was added to the red clay. Foaming and melting was observed and the colour became brown gradually when 40 % and 60 % of frit was added (Figure 13). The colour became honey bubble and the body became glazy when 80 % of frit was added (Figure 14). The colour was white in porcelain clay. When 60 % of frit was added, melting down with slight foaming was observed. When 20 % of frit was added to vitreous china, the colour was off white but when the amount of added frit increased to 40 %, it became white and melted. The colour was brown when 20 % frit was added to chamotte clay. It was honey bubble with 40 % of frit addition, and the body foamed and melted. It was observed in all kinds of clays that the body melted and became glaze when 60 % and 80 % of frit was added.

Figure 11. Chamotte Clay 80 %+Frit 20 %

Figure 12. Chamotte Clay 20 %+Frit 80 %

Figure 13. Red Clay 60 %+Frit 40 %

Figure 14. Red Clay 20 %+Frit 80 %

3.2. Clay Tests with Opaque Frit, Kınık Red Clay, Porcelain Clay, Vitreous China and Chamotte Clay Mixtures

	0 % Frit	20 % Frit	40 % Frit	60 % Frit	80 % Frit	100 % Frit
Kınık Red Clay						
Porcelain Clay						
Vitreous Clay						
Chamotte Clay						

Figure 15. Clay Tests with Opaque Frit Addition 1000 °C

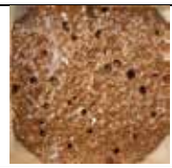
	0 % Frit	20 % Frit	40 % Frit	60 % Frit	80 % Frit	100 % Frit
Kınık Red Clay						
Porcelain Clay						
Vitreous Clay						
Chamotte Clay						

Figure 16. Clay Tests Opaque Frit Addition 1200 °C

Clay Tests with Opaque Frit Addition (1000 °C): The colour became brown when 20 % of frit was added to the red clay. It was dark brown when 60 % of frit was added and the body sintered. The colour was purple-beige and the appearance was like marble in a glassy structure when 80 % frit was added. The colour preserved its off white colour in porcelain clay (Figure 17), the body with 60 % addition was light yellow. The colour was again off white when 80 % frit was added, and the body was glassy (Figure 18). The colour was cream with 20 % addition, it was pinkish when 40 % of frit was added, it became grey when 0 % of frit was added. The colour gradually became brick red in chamotte clay bodies and the colour got lighter in the body with 60 % frit addition. The colour was off white and the appearance was marmoreal when 80 % of frit was added. A glassy appearance was observed in all kinds of clays with 80 % of frit addition.

Clay Tests with Opaque Frit Addition (1200 °C): Red clay without frit was sinter (Figure 19). It became dark brown and the body sintered when 20 % of frit was added. The colour became brown gradually and foaming was observed when 40 % and 60 % of frit was added (Figure 20). The colour was off white and the body was glaze when 80 % of frit was added. The colour was white in porcelain clay. A slight foaming was observed when 60 % of frit was added. The colour was off white in vitreous china. There was no melting up to 60 % of frit addition. The colour was golden brown when 20 % of frit was added to chamotte clay. The colour got lighter when 40 % of frit was added and the body slightly foamed. A slight foaming along with melting was observed and the colour became off white when 60 % of frit was added. The body became glassy (glaze) in all kinds of clays when there was 80 % addition; however, this situation occurred when 60 % frit was added to vitreous china.

Figure 17. Porcelain Clay 0 % + Frit 20 %

Figure 18. Porcelain Clay 20 % + Frit 80 %

Figure 19. Red Clay 100 % + Frit 0 %

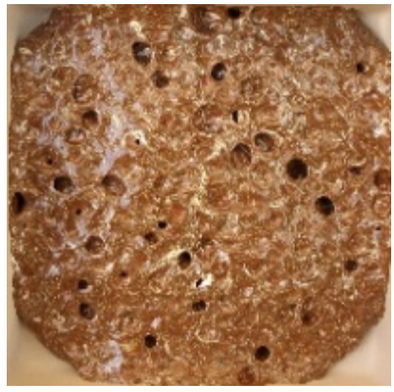


Figure 20. Red Clay 40 % + Frit 60 %

4. PHYSICAL TESTS

Depending on the shaping, sintering and colour properties (70 % vitreous chine + 30 % frit) and (70 % chamotte clay + 30 % frit) bodies were selected.. These bodies can be seen in Figure 21. Plasticity, shrinkage (1200°C), collective shrinkage (1200°C), and water absorption (1200°C), experiments were applied to the clays prepared with specified amounts (Table 2).

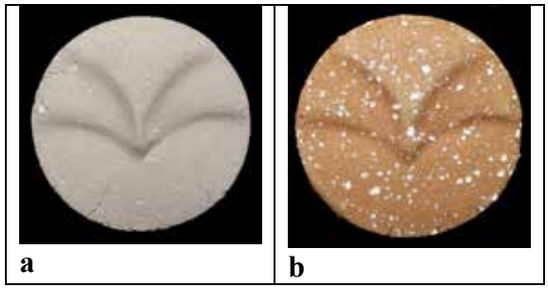


Figure 21. (a) 70 % Vitreous Clay+30 % Transparent Frit, **(b)** 70 % Chamotte Clay+30 % Transparent Frit added bodies.

Table 2. Physical Experiments

Recipe %	P %	D.S.%	F.R.%	C.S. %	W.A. %
Vitreous Clay 70 Transparent Frit 30	24,56	3,52	5,30	8,64	1.03
Chamotte Clay 70 Transparent Clay 30	29,89	7,04	5,72	12,36	0,35

5. APPLICATION

A ceramics mirror frame was aimed to be created with the prepared clay containing frit. First scaled models of the units that constitute the frame and plaster molds were prepared. After plaster molds had dried, the clay prepared plastically were swaged into the molds, dried and fired at 1200 °C temperature in an unglazed form**.**

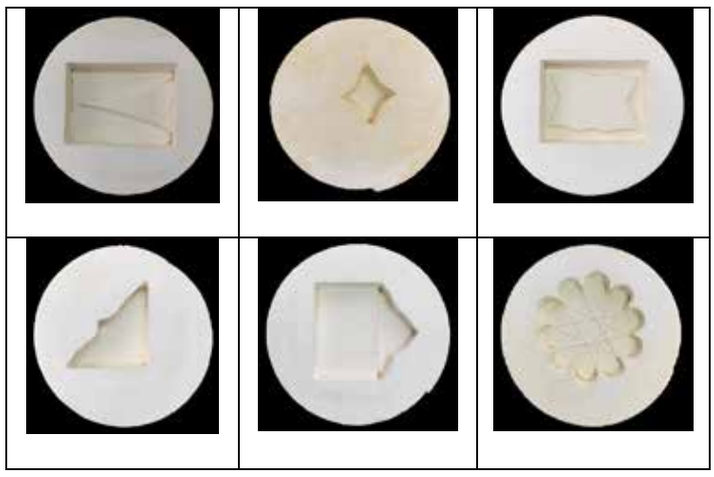


Figure 22. Molds Prepared for the Mirror Frame

Figure 23. The Mirror Frame

9. CONCLUSION

By adding different and increasing amount of frit to the ceramics clays, ceramics clays containing frit as obtained. These clays were fired at 1000 ^{o}C and 1200 ^{o}C temperatures and self glazed, artistic clay was obtained. Generally, when mixtures were fired at 1200 ^{o}C, bodies foamed or melted down and turned into glaze. This situation especially occurred intensely when 60 % or more frit was added at 1200 ^{o}C. In order to create artistic forms in the practices, mixtures with glaze appearance that preserve their clay properties were preferred. When these mixtures were grinded in ball mill for about 4 hours, a clay body with more successful results was obtained. The clay containing frit was swaged into plaster molds and formed. During this process, red clay and chamotte clay was easily formed. The more the amount of frit in the body was, the harder it was to form. Additionally, melting down increased in the clay where the amount of frit was high and vitrification occurred. Vitrification occurred at 1000 ^{o}C when there was 80 % of frit was added to the clay. The same thing happened at 1200 ^{o}C when 40 % of frit was added to the clay. It was also observed the colors of the clays got lighter when the amount of frit increased in the body. The colors of the test samples prepared with opaque frit addition were lighter than the test samples prepared with transparent glaze addition. Also, melting down and vitrification was more. According to the research results, it is thought that ceramics clay containing frit can be used for the formation of ceramics with artistic purpose.

REFERENCES

(Thesis)

[1] Çakır, A.Feyza, Examination of bone porcelain, investigation of applicability in artistic studies and evaluation of aesthetic qualities. Proficiency in Art Thesis, Hacettepe University, Institute of Social Sciences, Ankara, 2004

[2] Yüksel , İsmet, Wedgwood Ceramics and Production, Master Thesis, Dokuz Eylül University, Institute of Fine Arts, 2011

(Book)

[1] Arcasoy, Ateş, Ceramic Technology, Marmara University, Istanbul, 1983

[2] McCreadyi Karen, Art Deco And Modernist Ceramics,1995

[3] Edwards, Diana- Hampson, Rodney; English Dry-Boden, Stoneware,1998

[4] Genç, Soner, Artistic Ceramic Glazes, 2013

(İnternet Anonymous)

[1] Ceramic Materials, Karadeniz Technical University, file:///D:/Documents/frit%20(1).pdf

[2] https://en.wikipedia.org/wiki/Josiah_Wedgwood

[3] https://fr.wikipedia.org/wiki/Ren%C3%A9-Antoine_Ferchault_de_R%C3%A9aumur

[4] http://www.belleekpottery.ie/Company-Info/Company-Information/Company-Information

[5]http://www.ceramicsartorscience.co.uk/eicbooks/bookpage.php?eicbookident=caoslive&eicbookpage=320

Figures

1- http://www.myantiquemall.com/belleekhawthorne.jpg (Figure 2)

2- http://www.myantiquemall.com/belleeklotus.jpg (Figure 2)

3- McCreadyi Karen, Art Deco And Modernist Ceramics,1995-(Figure 5)

4- Edwards, Diana- Hampson, Rodney; English Dry-Boden, Stoneware,1998 (Figure 5)

5. https://fineartamerica.com/featured/rene-antoine-f-reaumur-granger.html (Figure 3-4)

FRİT (SIRÇA) KATKILI SERAMİK ÇAMURLARI

Soner GENÇ[1], Elçin TELLİ[2]

[1,2]Anadolu Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik Bölümü,

Eskişehir / TÜRKİYE

ÖZET

Wedgwood porseleni, Reaumur porseleni ve Belleek porseleni gibi sırçalı çamurların ilk örnekleri 17. yüzyılda yapılmıştır. Çamur bünyesine yüksek oranda sırça ilave edilerek kırığın sütlü beyaz görünümlü sırçalı porselenler, yüzeylerine bakıldığında sırlanmış gibi etki vermektedir. Sırçalı çamurlar, yüzeylerinde tekrar sır kullanılmaksızın tek pişirim ile üretildikleri için avantajlıdır. Sırlı bir görünüm kazanan seramik bünye birçok alanda kullanılabilmektedir. Özellikle sanatsal seramiklerin üretilmesi aşamasında seramik sanatçısına yeni malzeme ile yorumlar oluşturma olanağı sağlamaktadır. Çamur bünyelerine ilave edilen sırça oranı arttıkça çamur, camsı görünüme dönüşmekte, oran daha da arttırıldıkça çamur sıra dönüşmektedir. Araştırmada, saydam ve opak beyaz olmak üzere iki farklı sırça, artan oranlarda, Kınık köyü kırmızı çamuru, vitrifiye çamur, sert porselen çamuru ve şamotlu çamura ilave edilerek 1000 ^{o}C ve 1200 ^{o}C sıcaklıkta elektrikli fırınlarda pişirilmiştir. Olumlu özelliklere sahip çamur-sırça karışımlı bünyeler seçilerek fiziksel deneyler uygulanmıştır. Sanatsal etkilere sahip formların şekillendirilmesine olanak sağlayan sırça katkılı çamurlar araştırmanın olumlu sonuçlarını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Frit, Fritli çamur, Sırça, Sırçalı çamur, Sırçalı porselen.

1. PORSELEN

Seramik bünyeler içinde porselen çamuru plastik bir yapıdadır ve önemli özellikler taşır. Bir Uzakdoğu seramik türü olan porselen, günümüzde teknolojik ve estetik özellikleri geliştirilmiş bir seramik türüdür. Avrupa'da üretimi için sayısız araştırmalar yapılmış olan Çin porseleni, tarihte pek çok kültürü etkilemiştir. Porselenin bu gizemi ve estetik yönü, bu türü çok daha değerli kılmış ve çeşitli toplumlarda aristokrat sınıf için bir prestij varlığı haline getirmiştir. Kültür tarihinde estetik özellikleri ve teknolojik yönüyle çok az sayıda malzeme ve ürünün porselen gibi sosyolojik etkisi olduğu söylenebilir. Günümüz modern seramik teknolojisine dek porselen sayısız araştırmalarla çeşitlilik kazanmıştır. Beyaz, ince, yarı şeffaf yalın Çin porselenlerinin nitelikleri Avrupa seramikleri için ulaşılmak istenen estetik değerler olmuş, araştırmalar pek çok porselen çeşidinin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bunun yanı sıra porselen ürünün beyazlığına yakın ürünler başka bölgelerde de yapılmaya çalışılmış ve farklı seramik gelenekleri oluşturmuştur (İtalyan mayolikaları ve İznik çinileri gibi). Çin porselenleri, diğer ülkelerin seramik gelenekleri üzerinde bin yıldan fazla bir süre etkili olmuştur (Çakır, s. 4-6, 2004).

1.1. Sırçalı Porselen

Frit (sırça) M.Ö. 550 yıllarında soylu Pasarga kabilesinin kolu olan Akamanışlar (İlk Çağ'da Büyük Pers İmparatorluğu'nu kuran hanedan, İ.Ö. 700 yıllarına doğru yaşamış olan Akamanış, aileye adını vermiş, Bu hanedandan II. Keyhüsrev, İ.Ö. 6. yüzyılda Medleri yenerek Pers İmparatorluğu'nu kurmuştur) tarafından duvarların alçak kabartmalarındaki süslemelerde kullanılmıştır. Çok renkli panolar, gerçek dışı hayvanlar, kanatlı boğalar, arslanlar, Suşa ve Persopolis'te bulunmuş sfenskler, kartal başlı hayvanlar yapılmıştır. Saray duvarlarında muhafızlar ve saray mensuplarını gösteren süslemelerde alçak kabartmalar görülmektedir. Darius'un Suşa'daki sarayından gelme okçuların panoları bu şekilde yapılmıştır. Akamanışlar pişmiş kil yerine halk arasında mine hamuru denilen bir tarz kullanmışlardır. İlk yumuşak porselen üretimini, 12.yy'da doğuda İslam çömlekçileri, sır maddesini kil hamuruyla (çamuruyla) karıştırarak yapmışlardır (anonim, 2017, **[1]**).

Porselenin ışığı geçiren yarı şeffaf dokusu, Avrupa'daki seramikçilere, kile cam tozu katarak şeffaflık kazandırma fikrini vermiştir. İlk olarak Fransa'da 16.yy. boyunca, kile ince öğütülmüş cam ya da şeffaf frit katılarak başarılı sonuç alınmıştır. Bu çalışma Medici ailesinin himayesinde yapıldığı için bu porselen türü 'Medici Porseleni' olarak da bilinir. Porselen yapımıyla ilgili bir sonraki deneme önceki gibi kile belli bir miktar camsı frit katılarak yapılmıştır. Fransa'da 1673'de Pate Tendre olarak bilinen porselen türü düşük dereceli (yaklaşık 1100 ^{0}C) ve plastik şekillendirme özelliği olmayan bir malzemedir. Yumuşak porselen denilen bu fritli porselen İngiltere'de ilk olarak 1744'de Chelsea ve Bow'da üretilmiştir. Yumuşak porselen 18.yy.'ın ilk yarısında İngiltere ve Fransa'da geliştirilmeye çalışılmıştır. Fakat bünyesindeki plastik olmayan cam, ürünün pişmeden önceki kuru direncinin düşük olmasına ve aynı zamanda pişirim sırasında deforme olmasına yol açmıştır. Bunun yanında pişmiş ürünün şok direnci düşük olması daha dayanıklı bir porselen bünye arayışının devam etmesine neden olmuştur (Çakır, s. 4-6, 2004).

Çamurun yapısında, kaolin ve kvartzdan başka, yapay bir madde olan sırça bulunur. Pişmiş kırığın görünümü bulanık ve sütlü beyaz saydamlıktadır. En eski sırçalı porselen, ''Reaumur porseleni'' adı ile anılan ve gene Reaumur tarafından Fransa'da yapılan porselendir. İngiltere'de ''Belleek porseleni'' olarak adlandırılan sırçalı porselenin yapısını şu maddeler oluşturur: %50 alkalice zengin sırça, % 40 kil veya kaolin, % 10 kvartz. Kullanılan sırçanın bileşimini ise şu maddeler oluşturur: % 60 feldspat, % 20 tebeşir ve % 20 kvartz. Akçini sırları ile sırlanan porselenden, mutfak eşyası türünde parçalar üretilir. Aynı çamurdan yararlanılarak, sırlı ve sırsız olmak üzere düğme kolye, boncuk gibi süs eşyaları da üretilir (Arcasoy, s.143,1987).

1.1.1. Belleek Porseleni

Belleek köyündeki Castlecaldwell bölgesi 1849 yılında John Caldwell Bloomfield'a, miras kalmıştır. Bu arazide jeolojik araştırmalar başlatmış ve seramik üretiminde kullanılan, feldspat, kaolin, çakmaktaşı, kil gibi gerekli hammaddeler açığa çıkarılmıştır. Fabrika binasının

Erne nehrinin kıyısında olmasının avantajıyla, su değirmenleri inşa edilmiş ve seramik üretiminde kullanılan çamur öğütülmüş ve döküm çamuru elde edilmiştir.

Görsel 1. Belleek Porselen Fabrikası

John Caldwell Bloomfield demiryolunun Belleek'e gelmesini yaptığı lobi çalışmalarıyla sağlamıştır. Böylece seramiklerin pişiriminde kullanılan kömürü kolay elde etmiş ve ürettiği seramikleri piyasaya sürmüştür. Tüm işlerin (hammadde, güç, sermaye, nakliye) yönetileceği bir idari bina planlamış ve 18 Kasım 1858'de eşi ile temelini atmıştır. Fabrikada çalışan yerel işçilerin beklenen kaliteyi oluşturmada yeterli olmadığını düşünerek daha tecrübeli ve yetenekli 14 ustayı yüksek maaş ve iyi yaşam şartları teklif ederek fabrikaya getirmiştir. Üretim başlangıçta yüksek kalitede yerel tüketime yönelik (havan, lavabo, hastane tepsisi, yer karoları, izolatörler ve sofra eşyası) hizmet etmiştir. 1865 yılına kadar şirket, İrlanda ve İngiltere genelinde büyüyen bir pazar kurmuş ve üretimlerini ABD, Kanada ve Avustralya'ya ihraç etmeye başlamıştır. 1952'de Belleek ilk elektrikli fırınlarını kurmuştur. 1966'da şirket üretimini modernize etmiş ve birçok eski atölyesini değiştirmiştir. 1984 yılına kadar şirket iniş ve çıkışlar yaşamış ve sonuç olarak satılmıştır. 1989'da Belleek Ziyaretçi Merkezi açıldığından şirket çok daha güçlü bir mali duruma gelmiştir ve 1990'da Dr. George Moore'un sahibi olduğu "Erne Heritage Investments" tarafından satın alınmıştır. 2000 yılında Belleek, Donegal'ın gruba katılmasıyla şirket portföyü tekrar yenilenmiştir. 2003 yılında Belleek, "Belleek Living" adlı yeni bir marka oluşturarak ürün yelpazesini çeşitlendirerek günümüze kadar gelmiştir. (Anonim, 2017, **[4]**).

Görsel 2. Belleek Porseleni

1.1.2. Reaumur Porseleni

Reaumur tanınmış bir aile olan La Rochelle ailesindendir ve Paris'te eğitim almıştır. 1729 yılında fırınların gelişimi ile birlikte cam sanatı hakkında yazılar yazmıştır. Yaptığı çalışma opak beyaz cam gibidir "Reaumur Porseleni" olarak anılır. Çin porseleni üzerine araştırmalar yapmıştır (anonim, 2017, **[3]**).

Görsel 3. Reaumur, Rene-Antoine Ferhault De (France 1683-1757)

Görsel 4. Reaumur Porseleni 1730-1750

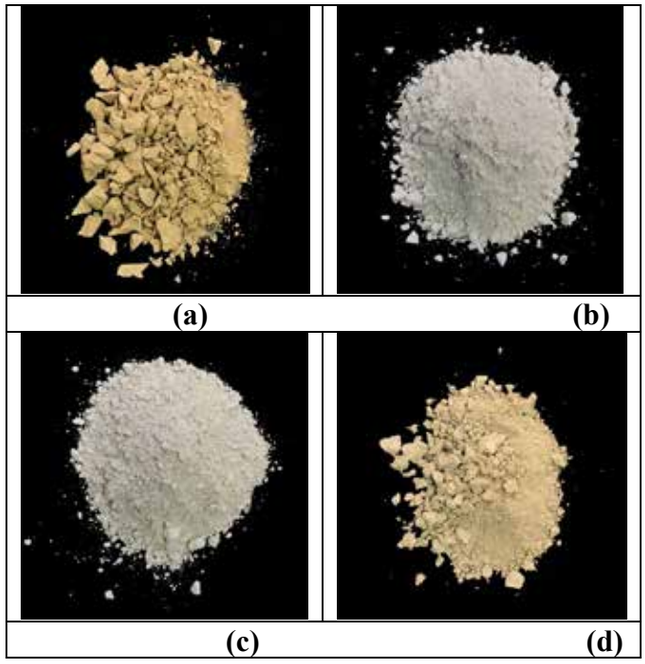
1.1.3. Wedgwood Porseleni

1656 yılında Thomas Wedgwood tarafından Stoke-On-Trent kasabasında küçük bir atölye olarak seramik üretiminde başlayan Wedgwood, 1759'da Josian Wedgwood'un "Josian Wedgwood and Sons" adı ile, günümüzde de "Waterford Wedgwood Group" bünyesinde ticari ve sanatsal varlığını devam ettirmektedir. Başlangıcından bu yana üretimindeki standartların yüksek olması kalite, yenilik ve tasarımının ilk sırada yer alması ile seramik dünyasında ilk sıralarda yer almıştır. Yenilikçi ve araştırmacı kişiliği ile "İngiliz seramiğinin babası" olarak bilinen Josian Wedgwood, seramik dünyasına Jasper, Kraliçe işi (Queen's Ware) ve Siyah Bazalt'ı (Black Basalt) kazandırmıştır. Döneminin geleneksel üretimine karşın seramik üretimini kolaylaştırmak için birçok alet ve makine tasarlamıştır. Bunlardan bazıları; makine ile döndürülen çömlekçi tornası, yatay eksenli dekorlama tornası ve fırın ısısı tespit aleti pirometredir. 1930'larda, uygunsuz koşulları dolayısıyla kapanmaya zorlanan birçok seramik fabrikasının aksine Wedgwood, başarılarını artırmayı sürdürmüş ve tam bu sıralarda, bugünkü modern fabrikanın kurulmasına karar vermiştir. Bu fabrika 1940'larda üretime başlamış ve büyüklüğünü orijinal halinin dördüne katlamıştır. Tasarım süreçleri, üretim metotları ve bünyesinde çalışan seçkin ustaların hünerleri ile Wedgwood, yaşayan geleneğini günümüzde de sürdürmektedir (Yüksel, s.1, 2011).

Görsel 5. Wedgwood Ürünlerinden Örnekler

2. ARAŞTIRMADA KULLANILAN MALZEMELER

Araştırmada, sırça katkılı seramik çamurları hazırlamak için, Kınık çömlekçi çamuru, sert porselen çamuru, vitrifiye çamur ve şamotlu çamur kullanılmıştır.



Görsel 6. (a) Kınık Çömlekçi Çamuru, (b) Sert Porselen Çamuru, (c) Vitrifiye Döküm Çamuru, (d) Şamotlu Çamur

2.1. Kınık Çömlekçi Çamuru

Özsüz seramik hammaddelerinden feldspatik kayaçların bozulmasıyla özlü seramik hammaddesi olan killer oluşur. Kimyasal yapılarında yüksek oranda demir oksit içeren killer, kırmızı çamur olarak kullanılır. Çömlek tuğla, kiremit üretiminde ve sanatsal ürünlerde ucuz olmalarıyla yaygın olarak kullanılırlar. Pişirimden önce kahverengi olan çamur, piştikten sonra içeriğindeki demir oksit oranının fazlalığı nedeniyle kızıl rengi (kiremit rengi) aldığı için kırmızı çamur olarak adlandırılır. Çömlekçi köylerinde üretilirler ve çamur tornasında şekillendirmeye daha uygundurlar. Düşük sıcaklık derecelerinde pişirilirler, yüksek sıcaklıklarda rengi koyu kahve ve siyaha kadar gider ve pekişir. Kırmızı çamurdan üretilen ürünlerin pişirimleri 1100^0C sıcaklığın üzerinde olmamalıdır. Yüksek oranda alkali oksit ve demir oksit içerdikleri için bu sıcaklığın üzerinde pişirildiklerinde sır gibi fırında erir ve akar. Ham rengi kahverengi olan kırmızı çamur, 1000^0C sıcaklıkta kiremit kırmızısına, 1200 ve 1300 ^{0}C sıcaklıklarda ise zinterleşerek, rengi de koyu kahverengiye dönüşür. (Genç, s.27, 2013)

2.2. Sert Porselen Çamuru

Seramik ürünlerinin en önemli ve değerlisi olan porselen, genelde gözeneksiz, ince, beyaz ve saydam kırığı ile tanımlanır. İki büyük grup altında incelenir: Sert porselen ve yumuşak porselen. Her iki tip porselen de Kaolin-Feldspat-Kvartz üçlü sisteminin içinde yer

alır. Sert porselen yumuşak porselene oranla kaolince zengin ve feldspatça fakir olup, daha yüksek sıcaklıkta pişer (Arcasoy, s.130,1987**)**

2.3. Vitrifiye Çamuru (Vitreous China)

En basit tanımı ile Vitreous China, su emmesi % 1'den küçük olan bir akçini çamuru olarak tanımlanabilir. Özellikleri ve teknolojisi ile feldspatlı akçini ile porselen arasında yer alır ve bu neden ile, çoğunlukla yarı porselen veya sıhhi tesisat porseleni adını alır. Pekişmiş çini çamurlarından ayrılan yönü, özel pekişme killeri yerine, pekişmenin feldspat ile sağlanmasıdır. 1920 yıllarından başlayarak Amerika'da üretilen bu çamurun Vitreous China adını alması, türetilen iki sözcükten ileri gelmektedir. Vitreous-camsı, China-porselen anlamına gelmektedir. Gerçekte porselen camsı olup, yarı saydamdır. Fakat Vitreous China saydam değildir. Vitreous China çamurlarında genellikle otel kap kacağı türünde eşyalar ve sağlık gereçleri üretilir. Kap-kacak veya mutfak eşyası türündeki üretimlerde, gerektiğinde yapılan bisküvi pişiriminin sıcaklığı (1250-1280 ^{0}C), sır pişiriminin sıcaklığından (1180-1200 ^{0}C) daha yüksektir. Eskiden akçininin üretilen sağlık gereçleri, günümüzde yalnızca Vitreous China ve porselen türü gözeneksiz çamurlardan üretilmektedir. Özellikle sağlık gereçleri üretiminde kullanılan çamurların mineralojik bileşimleri, sert akçini çamurlarından içerdikleri yüksek feldspat oranı ile ayrılır. İçeriğinde ; % 40-50 kil cevheri, % 20-30 kvartz ve % 20-30 feldspat bulunmaktadır (Arcasoy, s.128,1987).

2.4. Şamot Çamuru

Bir kilin şamot olarak adlandırılabilmesi için, bağlayıcı özelliğini kaybedinceye dek pişmiş olması gerekir. Bu şamot, kırma ve öğütme makinalarında istenilen tane büyüklüğünde öğütülür. Çamurlarda kullanılan şamotun tane büyüklüğü ve katkı oranı, çamurun türüne ve yapılan parçanın büyüklüğüne göre değişir. Akçini ve porselen çamurlarının içine belli oranlarda, başta kendi pişmiş kırıkları olmak üzere ince öğütülmüş çini kırıkları katılır. Bu katkı pişme sırasında şamot görevini görür. Sağlık gereçleri ve ateş tuğlası çamurlarından da şamot değişen oranlarda kullanılır. Şamot katkısı ile seramik çamurlarının sıcaklık değişikliklerine gösterdikleri direnç arttırılır. Çamurda küçülmeleri ve bağlayıcı özellikleri azaltır, pişmiş çamurun gözenekliliğini sağlar (Arcasoy, s.21,1987).

2.5. Sırça (Frit)

Frit sırda kullanılan hammaddelerin ısıl bir işleme tabi tutularak camsı hale getirilmesidir. En önemli amacı suda çözünen maddelerin çözünmez hale getirilmesidir. Bu nedenle 1200 ^{0}C'de pişen yumuşak sırlar için daha geçerlidir. Bu sırlarda Kurşun oksit, Boraks, Asit borik ve diğer kimyevi maddeleri ihtiva etmektedir. Frit fırınına giren sırın reçetesinde saydam, cam fazını meydana getiren hammaddeler bulunur. Çamur içinde olduğu gibi porselen bünyede mutfak eşyaları, sıhhi tesisat gibi kullanım eşyalarının kaplanmasında sır bünyelerinde de kullanılır. Belli bir süre ve sıcaklıkta ergitilen farklı hammaddeler sır yapısına son derece uygun ve hatta başlı başına sır yapıcı özellik taşımaktadır. Burada kullanılan hammaddelere göre opak, mat, saydam frit olarak değişmektedir (anonim,2017, **[1]**).

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Araştırma kapsamında, Kınık kırmızı çamuru, sert porselen çamuru, vitrifiye çamuru ve şamotlu çamura, opak beyaz ve saydam olmak üzere iki farklı sırça ilave edilerek karışımlar hazırlanmıştır. Sırça-çamur karışım oranları çizelge 1'de görülmektedir.

Çizelge 1. Sırça-Çamur Karışım Oranları

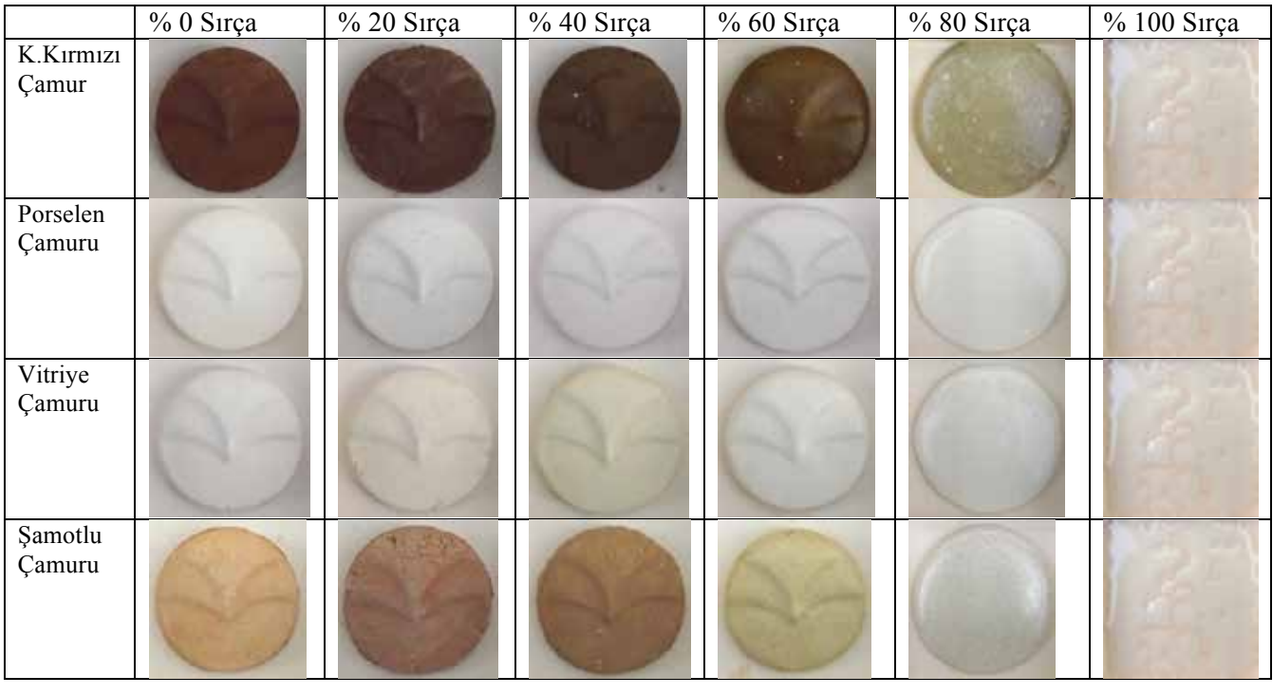
Sırça						
%	0	20	40	60	80	100
%	100	80	60	40	20	0
Kınık kırmızı çamuru, Porselen çamuru, Vitrifiye çamuru, Şamotlu Çamur						

Deney numunelerinin şekillendirilmesi için tek parçalı alçı kalıplar hazırlanmış (Görsel 7) ve kurutulmuştur. Deneylerde kullanılacak olan çamurlar ve farklı iki sırça öğütülerek toz haline getirilmiştir. Çizelge 1'de belirtilen oranlarda çamur ve sırça tartımları yapılmış su ilave edilerek havanda karıştırılmış ve plastik kıvamda çamurlar hazırlanmıştır. Çamurlar sırasıyla alçı kalıplara basılarak şekillendirilmesi yapılmıştır. Kalıptan çıkarılan deney numuneleri, daha önceden döküm yöntemiyle şekillendirilmiş ve bisküvi pişirimi yapılmış kaplara alınmış ve oda sıcaklığında kurutulmuştur. Görsel 8'de bisküvi kaplar içinde kurutulan deney numuneleri görülmektedir. Kurutulan numuneler 1000 ve 1200 ^{o}C sıcaklıkta elektrikli fırında nötr ortamda pişirilmiştir.

Görsel 7: Deney Numunelerinin Şekillendirildiği Alçı Kalıplar

Görsel 8. Bisküvi Kaplarda Kurutulan Deney Numuneleri

3.1. Saydam Sırça, Kınık Kırmızı Çamuru, Porselen Çamuru, Vitrifiye Çamuru ve Şamotlu Çamur Karışımlı Çamur Denemeleri



Görsel 9. Saydam Sırça Katkılı Çamur Denemeleri 1000 ^{0}C

Görsel 10. Saydam Sırça Katkılı Çamur Denemeleri 1200 ^{0}C

Saydam Sırça Katkılı Çamur Denemeleri (1000^{0}C); Kırmızı çamura % 20 ve % 40 oranlarında sırça katkısı yapıldığında, renk giderek koyu kahverengiye dönüşmüştür. % 60 sırça katkılı denemede zinter görünüm alarak daha açık kahverengi olmuştur. % 80 sırça katkısında ise renk açılırken bünye camsı yapıya dönüşmüştür. Porselen çamurunda kırık beyaz renk % 60 katkılara kadar ton farklılıkları olmasına rağmen benzerdir. % 80 sırça katkılı bünye, beyaz renkli olup camsı yapıya dönüşmüştür. Vitrifiye çamuru bünyesine % 20 sırça katkısında krem renkte olup % 40 katkısında koyulaşmış ve zinterleşmiştir. % 60 sırça katkısında camsı bünye oluşmuştur. Şamot çamurlu bünyelerde kızılkahve-kahverengi arasında renkler oluşmuş (Görsel 11), % 60 sırça katkılı bünyede renk sarı hale dönüşerek zinterleşmiştir. % 80 sırça katkılı bünye ise camsı yapıya dönüşmüştür (Görsel 12). Bütün çamurlarda % 80 sırça katkısında bünyenin eriyerek camsı yapıya dönüştüğü gözlemlenmiştir.

Saydam Sırça Katkılı Çamur Denemeleri (1200^{0}C); kırmızı çamurda % 20 sırça ilavesinde renk koyu kahverengi olmuş ve bünye köpürmüştür. % 40 ve % 60 sırça katkısında renk giderek kahverengiye dönüşerek köpürme ve erime gözlemlenmiştir (Görsel 13). % 80 sırça katkısında ise renk bal köpüğü renginde olurken bünye sır haline dönüşmüştür (Görsel 14). Porselen çamurunda renk beyazdır. % 60 sırça katkısında hafif köpürme ile birlikte erime oluşmuştur. Vitrifiye çamurlu bünyede % 20 sırça katkısında renk kırık beyaz görünümünde olup % 40 sırça katkısında beyaza dönüşerek erime oluşmuştur. Şamot çamurlu bünyede % 20 sırça katkısında renk, kahverengi olmuştur. % 40 sırça katkısında renk bal köpüğü olurken bünye köpürerek erimiştir. Bütün çamurlarda % 60 ve % 80 sırça katkısında bünyenin eriyerek sıra dönüştüğü gözlemlenmiştir.

Görsel 11. Şamotlu Çamur %80+Sırça %20

Görsel 12. Şamotlu Çamur %20+Sırça % 80

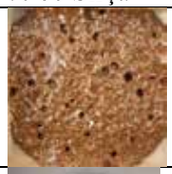
Görsel 13. Kırmızı Çamur %60+Sırça %40

Görsel 14. Kırmızı Çamur %20+Sırça % 80

3.2. Opak Sırça, Kınık Kırmızı Çamuru, Porselen Çamuru, Vitrifiye Çamuru ve Şamotlu Çamur Karışımlı Çamur Denemeleri

	% 0 Sırça	% 20 Sırça	% 40 Sırça	% 60 Sırça	% 80 Sırça	% 100 Sırça
K.Kırmızı Çamur						
Porselen Çamuru						
Vitriye Çamuru						
Şamotlu Çamuru						

Görsel 15. Opak Sırça Katkılı Çamur Denemeleri 1000 ^{0}C

	% 0 Sırça	% 20 Sırça	% 40 Sırça	% 60 Sırça	% 80 Sırça	% 100 Sırça
K.Kırmızı Çamur						
Porselen Çamuru						
Vitriye Çamuru						
Şamotlu Çamuru						

Görsel 16. Opak Sırça Katkılı Çamur Denemeleri 1200 ^{0}C

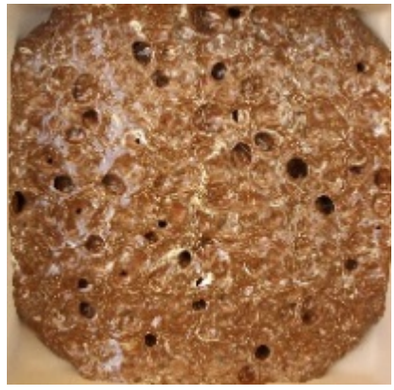
Opak Sırça Katkılı Çamur Denemeleri (1000^{0}C); Kırmızı çamura % 20 sırça katkısında renk kahverengiye dönüşmüştür. % 60 sırça katkısında ise koyu kahverengi ve bünye zinterleşmiştir. % 80 sırça katkısında renk mor-bej, görünüm mermer görünümünde camsı yapıdadır. Porselen çamurunda kırık beyaz rengini korurken (Görsel 17), % 60 sırça katkılı bünye, açık sarı renktedir. % 80 sırça katkılı bünyede renk tekrar kırık beyaza dönmüş, bünye ise camsılaşmıştır (Görsel 18). Vitrifiye çamurlu bünyede % 20 sırça katkısında renk, krem, % 40 sırça katkısında pembemsi renge dönüşürken % 60'da renk gri olmuştur. % 80 sırça katkısında ise kırık beyaz renge dönüşen bünye camsı görünüm almıştır. Şamotlu çamur bünyelerde renk giderek kiremit rengi almış % 60 sırça katkılı bünyede renk açılmıştır. % 80 sırça katkılı bünyede renk, kırık beyaz olup mermerimsi bir görünümdedir. Tüm bünyelerde % 80 sırça katkısında camsı bir görünüm gözlemlenmiştir.

Opak Sırça Katkılı Çamur Denemeleri (1200^{0}C); Kırmızı çamura sırça katkısı yapılmadan pişirildiğinde zinterleşmiştir (Görsel 19), % 20 sırça katkısında ise renk koyu kahverengi olmuş ve bünye zinter görünüm almıştır. % 40 ve % 60 sırça katkısında renk giderek kahverengiye dönüşerek köpürme oluşmuştur(Görsel 20). % 80 sırça katkısında ise renk kırık beyaz olurken bünye sır haline dönüşmüştür. Porselen çamurunda renk beyazdır. % 60 sırça katkısında hafif köpürme oluşmuştur. Vitrifiye çamurlu bünyelerde renk kırık beyazdır. % 60 sırça katkısına kadar erime görülmemiştir. Şamot çamurlu bünyede % 20 sırça katkısında renk, kızıl kahverengi. % 40 sırça katkısında renk açılmıştır ve bünye hafif köpürmüştür. % 60 sırça katkısında ise renk kırık beyaza dönerek hafif köpürme ile birlikte erime oluşmuştur. Bütün çamurlara yapılan % 80 sırça katkısında bünye eriyerek camsı (sır) yapıya dönüşürken, sadece vitrifiye çamurunda bu durum % 60 sırça katkısında oluşmuştur.

Görsel 17. Porselen Çamuru %80+Sırça %20

Görsel 18. Porselen Çamuru %20+Sırça % 80

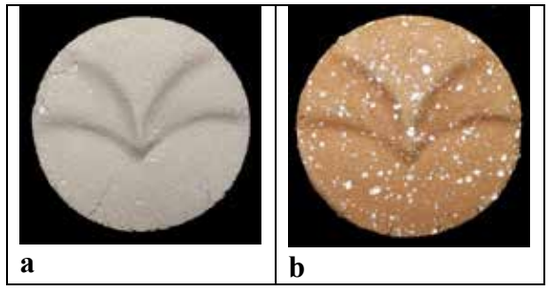
Görsel 19. Kırmızı Çamur %100+Sırça % 0



Görsel 20. Kırmızı Çamur %40+Sırça % 60

4. FİZİKSEL DENEYLER

Araştırmada, şekillendirme, zinterleşme ve renk özellikleri açısından elde edilen olumlu sonuçlar dikkate alınarak % 70 vitrifiye çamuru+%30 saydam sırça, ve % 70 şamotlu çamur+%30 saydam sırça katkılı bünyeler seçilmiştir (Görsel 20).Bu çamurlara, yoğrulma suyu (Y.S.), kuru küçülme (K.K.), pişme küçülmesi (P.K.) (1200^{o}C), toplu küçülme (T.K.) (1200^{o}C), ve su emme (S.E.) deneyleri (1200^{o}C), uygulanmıştır, (Çizelge 2).



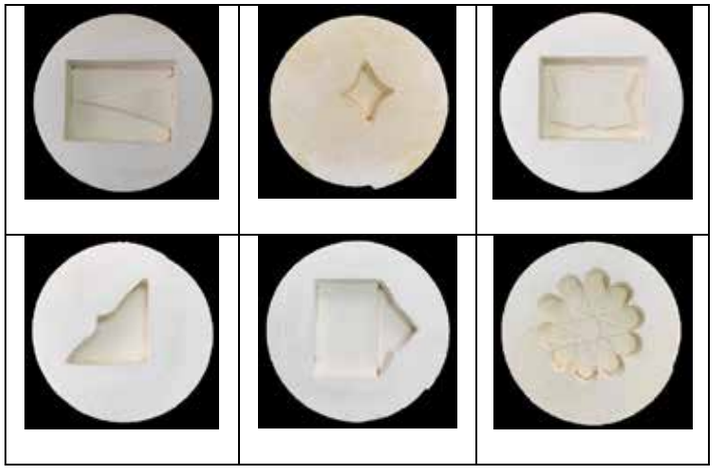
Görsel 21. (a)%70 Vitrifiye Çamuru+%30 Saydam Sırça, **(b)** % 70 Şamotlu Çamur+%30 Saydam Sırça Katıkılı Bünyeler

Çizelge 2. Fiziksel Deneyler

Reçete %	Y.S. %	K.K. %	P.K. %	T.K. %	S.E.%
Vitrifiye Çamur 70 Saydam Sırça 30	24,56	3,52	5,30	8,64	1,03
Şamotlu Çamur 70 Saydam Sırça 30	29,89	7,04	5,72	12,36	0,35

5. UYGULAMA

Hazırlanan sırçalı çamurdan uygulama olarak seramik ayna çerçevesi yapılması amaçlanmıştır. Öncelikle, çerçeveyi oluşturan birimlerin ölçekli modelleri ve alçı kalıpları hazırlanmıştır. Alçı kalıplar kurutulduktan sonra içlerine plastik olarak hazırlanan çamurdan basılmış, kurutulmuş ve 1200^{o}C sıcaklıkta sırsız olarak pişirilmiştir.



Görsel 22. Ayna Çerçevesi için Yapılan Kalıplar

Görsel 23. Ayna Çerçevesi

9. SONUÇ

Seramik çamurlarına, farklı ve artan oranlarda sırça katkısı yaparak elde edilmeye çalışılan sırçalı çamurların 1000 ^{0}C ve 1200 ^{0}C sıcaklıklarda pişirilmesi ile artistik amaçlı ve kendinden sırlı görünümlü çamur elde edilmiştir. Genelde karışımların 1200 ^{0}C sıcaklıkta pişirilmesi sonucunda bünyeler köpürerek ya da eriyerek sıra dönüşmüştür. Bu durum 1200 ^{0}C'de %60 sırça katkısından sonra yoğun olarak gözlemlenmiştir. Uygulamalarda artistik formlar oluşturmak amacıyla çamur özelliğini koruyan sırlı görünümlü karışımlar tercih edilmiştir. Bu karışımlar bilyalı değirmenlerde yaklaşık 4 saat öğütülerek oluşturulduğunda daha olumlu bir çamur bünyesi elde edilmiştir. Şekillendirme, sırçalı çamurların alçı kalıplara basılarak gerçekleştirilmiştir. Özellikle kırmızı ve şamotlu çamur kullanılarak hazırlanan sırçalı çamurlar ile daha kolay şekillendirme olmuştur. Bünyede sırça oranı arttıkça şekillendirme güçlüğü yaşanmıştır. Ayrıca, sırça katkısı fazla olan çamurlarda pişirim sonunda erime artmış ve camlaşma görülmüştür. 1000 ^{0}C sıcaklıkta pişirilen denemelerde camlaşma %80 sırça katkılı oranlarda görülürken, aynı olay 1200 ^{0}C sıcaklıkta pişirimler için %40 oranında ki sırça katkılarında oluşmuştur. Çamurların renklerinin sırça oranı arttıkça açıldığı görülmüştür. Opak sırça katkısıyla hazırlanan çamur denemelerinin renkleri, saydam sırça katkısıyla hazırlanan çamur denemelerine göre daha açık renk tonlarında oluşmuş ve camlaşmanın daha az olduğu görülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre, sırça katkılı seramik çamurlarının artistik amaçlı seramik şekillendirmelerde, sırlı bünye oluşturma etkisinden dolayı kullanılabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

(Tez)

[1] Çakır, A.Feyza, Kemik porselenin incelenmesi, sanatsal çalışmalarda uygulanabilirliğinin araştırılması ve estetik niteliklerin değerlendirilmesi. Sanatta Yeterlik Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2004

[2] Yüksel , İsmet, Wedgwood Seramikleri ve Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi,Güzel Snatlar Enstitüsü,2011

(Kitap)

[1] Arcasoy, Ateş, Seramik Teknolojisi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, 1983

[2] McCreadyi Karen, Art Deco And Modernist Ceramics,1995-(Görsel 3-4-5)

[3] Edwards, Diana- Hampson, Rodney; English Dry-Boden, Stoneware,1998

[4] Genç, Soner, Artistik Seramik Sırları, 2013

(İnternet, Anonim)

[1] Seramik Malzemeler, Karadeniz Teknik Üniversitesi, file:///D:/Belgelerim/frit%20(1).pdf

[2] https://en.wikipedia.org/wiki/Josiah_Wedgwood

[3] https://fr.wikipedia.org/wiki/Ren%C3%A9-Antoine_Ferchault_de_R%C3%A9aumur

[4] http://www.belleekpottery.ie/Company-Info/Company-Information/Company-Information

[5]http://www.ceramicsartorscience.co.uk/eicbooks/bookpage.php?eicbookident=caoslive&eicbookpage=320 (Görsel 14?)

Görseller

1- http://www.myantiquemall.com/belleekhawthorne.jpg (Görsel 1)

2- http://www.myantiquemall.com/belleeklotus.jpg (Görsel 2)

3- McCreadyi Karen, Art Deco And Modernist Ceramics,1995-(Görsel 3)

4- Edwards, Diana- Hampson, Rodney; English Dry-Boden, Stoneware,1998 (Görsel 3)

5. https://fineartamerica.com/featured/rene-antoine-f-reaumur-granger.html (Görsel 5)

EFFECTS OF DIOPSIDE PHASE APPLICATION ON THE PORCELAIN TILE SURFACE

Nihal Derin Coşkun[1], Veli Uz[1], Ali İssi[1*], Selvin Yeşilay[2], Nermin Kuşcu[3], Güray Kaya[1], Ayşe Selcen Şahin[1]

[1] Dumlupinar University, Materials Science and Engineering, Kütahya/Türkiye
[2] Anadolu University, Disabled People Integrated College / Department of Applied Fine Arts / Ceramic Arts, Eskişehir/Türkiye
[3] NG Kütahya Ceramic Porcelain Tourism Co., Kütahya/Türkiye

ABSTRACT

The strength of the glaze and visibility are the parameters that determine the quality of the ceramic products. The use of glazes containing diopside phases with high whiteness and abrasion resistance properties is increasing in the literature, but with different production problems. The diopside crystals produced in the study were added to the porcelain tile at a ratio of 1-3% and were sintered at the production conditions by applying them with engobed and without engobed. The diopside glazes gave a higher whiteness value in the engobed applications. Positive results have been obtained in hardcort, autoclave and chemical resistance tests of diopside assisted specimens. Untreated specimens with 3% diopside were not stained, but staining was observed in other specimens. The stained specimens with 3% diopside added were not stained in the staining test but stained in the other specimens. It has been determined that recipes with 3% diopside are beneficial on the surface of the porcelain tiles and that it is possible to add them at higher ratios.

Keywords: Diopside, Glaze, Porcelain Tile, Whiteness

1.INTRODUCTION

The fact that the glazed surface is resistant to abrasion in ceramic coated products is a factor affecting the service life [1]. The use of zircon, alumina or diopside crystals is common in the high-whiteness surface. Because of the high cost of zircon and other whiteness additives, dioscopic glazes are an important alternative to providing both cost and whiteness [2,3]. However, due to the problems experienced in the crystallization of diopside, problems arise in production. The removal of these problems and the use of high-strength glazes are important in ceramic products [4-6]. There are many studies on the crystallization of diopsitin [7,8]. Diopside is an important phase in glass and ceramics [9,10]. The compatibility studies with biologic systems have been carried out in biomedical applications [11], solid fuel oxide cells [12] and luminescence properties [13-14]. There are many studies on the crystallization and sintering properties of the diopside phase by preparing frit in glass ceramics [15]. It has been reported that fast-fired diopside, wollastonite, pseudovolastonite crystals and long-term firing have been developed as main phases of anorthite-albite and potassium feldspar-albite crystals, which are used for fast and

slow firing. There are studies on the resistance of glass ceramics containing diopside crystals and other crystals formed together with the crystals and diopside crystals. However, there is no study on the addition of diopside crystals at certain ratios. The purpose of this study is to produce diopside crystals, to add them to porcelain tile at certain ratios, and to study the development of the properties of the porcelain tile surface with the effect of crystals.

2. MATERIALS and METHODS

The raw materials used for the preparation of the diopside crystals were fired at 1200 ° C in the crucible. After drying they were added to the glaze composition.The raw materials used in the porcelain tile are fritted. Raw materials and weight PERCENTS in frit process; (24.8%), marble (21.2%), zinc oxide (2.1%), boric acid (5.2%), quartz (38.5%) and zircon (8.2%). Two recipes of porcelain tile glaze were prepared by using prepared frit. 90% frit + 10% kaolin in recipe 1 and 80% frit + 10% kaolen 10% albite in recipe 2 were used. CMC (carboxymethylcelulose) and STPP (sodium tripolyphosphate) as electrolytes were added in the ratio of 0.3%. Chemical analyzes were carried out on a Spectro X-Lab 2000 XRF instrument. The chemical analysis of prepared frit and glaze recipes are given in Table 1. The recipes are ground in wet jet mill. Grain size distribution of the milled recipe is performed in the Malvern laser particle size analyzer is given in Figure 1. Both prepared glaze compositions fired in a fast firing kiln at 1200 °C then appropriate recipe was determined.It has been determined that recipe 1 is not suitable for productiondue to the formation of holes (pinholes) on the porcelain tile surface.For this reason, the diopside crystals were added to the recipe 2. Produced diopside crystals were used in Recipe 2 in the ratio of 1%, 2% and 3% and then subjected to aqueous grinding. Subsequently, the glazes were applied on porcelain tiles with and without engobe applications and fired at 1200 °C in a fastfiring kiln. Chromatic coordinates of produced samples were measured by the Minolta 3600d spectrophotometer. Determination ofresistance to surface abrasion, resistance to thermal shock, staining resistance, resistance to cracking was carried out in R&D laboratories of Kütahya Seramik A.Ş. Phase analyzes were carried out by Rigaku Miniflex X-Ray diffractometer (Cu-Kα, 2θ 5-70º, 2º / min) at the Department of Materials Science and Engineering of Dumlupınar University. SEM images were taken on aZeiss Supra 50VP instrument at the Department of Materials Science and Engineering of Anadolu University.

Table 1. Chemical analysis of raw materials and recipes

Oxides	Frit	Kaolin	Albite	Recipe 1	Recipe 2
Na_2O	0.20	0.15	7.86	0.21	0.95
K_2O	0.01	2.09	0.19	0.21	0.20
CaO	16	0.14	0.50	14.41	13
MgO	14	0.06	0.22	12.6	11.20
Al_2O_3	0.2	37.53	20	3.92	5.70
Fe_2O_3	0.40	0.79	0.09	0.43	0.40
B_2O_3	4	-	-	3.6	3.20
SiO_2	54	47.34	70.53	53.34	55
ZnO	3	-	-	2.7	2.40
ZrO_2	7.3	-	-	6.6	6
TiO_2	0.23		0.28	0.2	0.20
LOI	0.66	11.90	0.33	1.78	1.75
Total	100	100	100	100	100

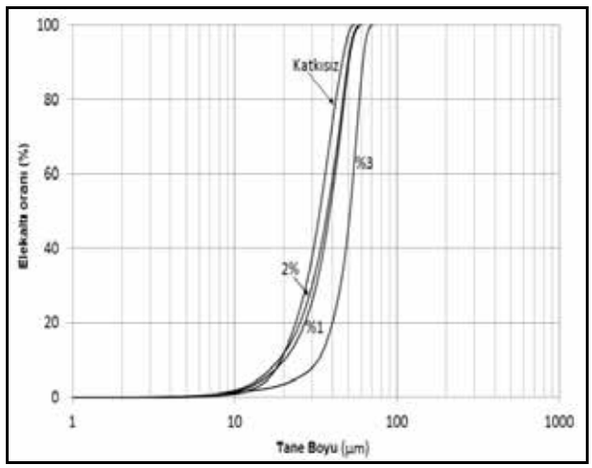


Figure 1. Results of grain size analysis of unglazed and diopside-doped glazes.

3. RESULTS

3.1. Phase Analysis Results

The phase analysis of the diopside crystals and produced glaze with 3% diopside crystals addition was given in Figure 2. Along with the diopside crystals produced as additives, small amount of akermenite phases and amorphous phases are formed. It has beenobservedthat diopside crystals were occuredin the glaze composition containin 3% diopside crystals.However, it has been found that zircon ($ZrSiO_4$) phase also developed in the structure beside diopside crystals.Since zircon ($ZrSiO_4$)

phase has higher peak intensity than the diopside phase, it has been determined that 3% diopside addition should be increased.

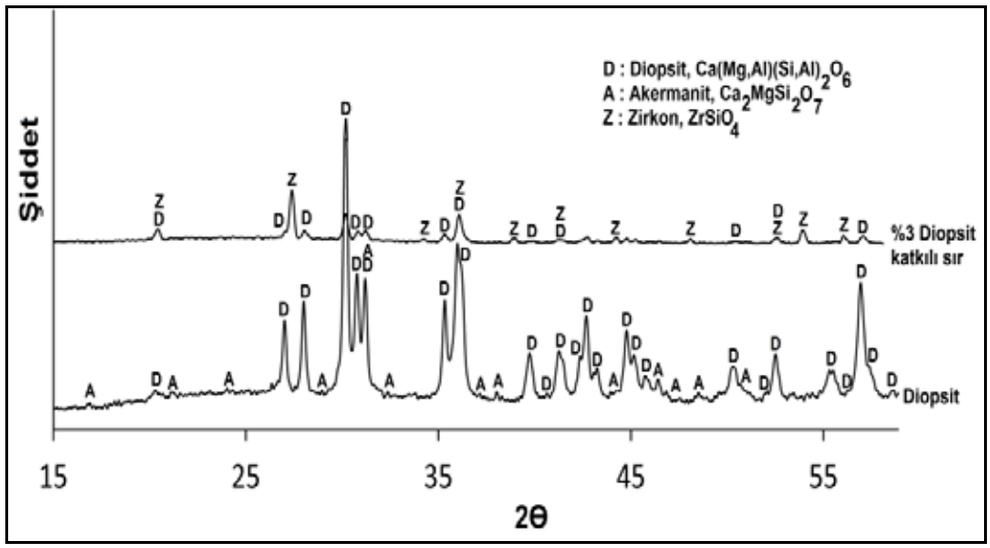


Figure 2. X-ray diffractogram of Diopside sample produced and 3% diopside added sample.

3.2. SEM Analysis Results

At the highest ratio, diopside crystals developed in the presence of 3% diopside addition and showed sticky growth and they were about 4 μm in lenght (Figure 3). However, it has been found that diopside crystals show regional development instead of wide spreading. It has been determined that when the diopside crystals are homogeneously distributed on the surface, the properties of the glaze would be developed. For this reason, more diopside should be added.

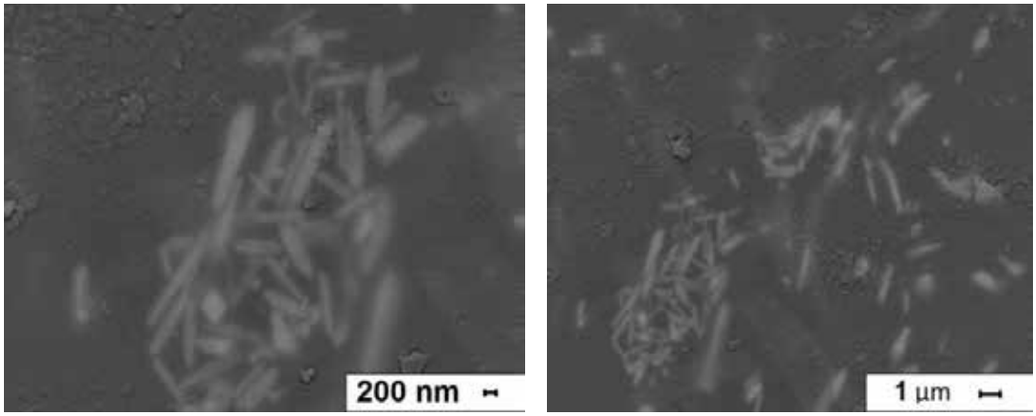


Figure 3. Surface image of the glaze with 3% diopside addition.

3.3. Color Properties

The L * a * b * values of the glazes applied to the porcelain tile surface with and without the engobes are given in Table 2. It has been determined that the whiteness values of the diopside-assisted recipes of the engobed applications are higher in intense than those of the recipes without engobe application. It was determined that the whiteness did not change significantly with raise in diopside ratio. But the a * values decreased in samples without engobe where an grease to -a * value with

increased addition ratios in the engobed samples. It has been determined that the diopside-assisted glaze recipe samples are whiter than the others. When the a * values are examined, the color changes from red to green compared to the non-engobed samples, whereas the color changes from yellow to blue in b * values. When the engobed and non-engobed samples are compared; The a * values of the engobed samples were greener than non-engobed ones and the b * values were more yellow. It was determined that color values would be improved by adding more diopside crystals according to obtained data and the whiteness ratio would be higher in the case of the engobed samples.

Table 2. Color Values of Engobed and Non-Engobed Glazes

Recipes	Engobed			Non-Engobed		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Recipe 1	88.93	-1.38	3.33	83.25	-0.84	1.24
Recipe 2	88.20	-1.21	3.05	83.29	-0.87	0.84
1%addition	88.12	-1.16	3.52	79.59	-0.66	1.35
2% addition	88.37	-1.21	3.50	79.50	-0.47	1.76
3% addition	88.01	-1.32	3.46	79.71	-0.59	1.47

3. .4. Wear and chemical resistance properties

The test results for determining the suitability for the conditions to which they are exposed are given in Table 3. The abrasion resistance test showed no wear at 600 cycles per minute. It has been determined according to TS EN ISO 10545/7 that it is in the category of high-strengthened products against 3rd graded abrasion. The results of the chemical resistance, Harkort test and autoclave test of all samples were positive. However, in the staining test it was determined that the samples with the engobed recipe 1, 2 and 3% with diopside did not stain. In recipe 2, the speckle test of both engobed and non-engobed samples were successful. It has been determined that the engobed applications will give better results.

Table 3. Chemical Durability, Staining, Harkort and Autoclave Test Results

Recipes		**Chemical Durability**				**Staining**	**Harkort**			**Autoclave**
		%3 HCl	%18 HCl	%3 KOH	%10 KOH	yes/no	150 °C	175 °C	200 °C	5atm
Recipe1	Engobed	+	+	+	+	no	+	+	+	+
	Non-Engobed	+	+	+	+	yes	+	+	+	+
Recipe2	Engobed	+	+	+	+	no	+	+	+	+
	Non-Engobed	+	+	+	+	no	+	+	+	+
1%	Engobed	+	+	+	+	yes	+	+	+	+
addition	Non-Engobed	+	+	+	+	yes	+	+	+	+
2%	Engobed	+	+	+	+	yes	+	+	+	+
addition	Non-Engobed	+	+	+	+	yes	+	+	+	+
3%	Engobed	+	+	+	+	no	+	+	+	+
addition	Non-Engobed	+	+	+	+	yes	+	+	+	+

4. CONCLUSIONS

To conclude;

- Diopside crystals have higher whiteness of porcelain tiles with engobe applications.
- It has been determined that more diopside crystals should be added in the non-engobed applications.
- It has been determined that the addition of more diopside would enhance staining properties.
- Chemical durability, Harkort, autoclave tests were positive with the additon of diopsideinto glazes.
- It has been determined that the resistance to abrasion was with high valueswith the additon of diopside.
- It has been determined that in the case of porcelain tile, diopside will give better results if it is homogeneously distributed on the surface.
- It has been found that applying 3% or more diopside to the porcelain tile surface with an engobed glaze improves the properties.
- Zircon is used to provide whiteness in ceramic tile production around 3% in weight with recipes and its price is 1 euro/kg while other whitening raw material such as alumina around 9% in weight with recipes and its unit price is around 0.5 $ / kg. The materials used in diopside production cost well below these prices and no requirement to import. The cost of diopside glazes is much cheaper and the production with domestic raw materials makes advantages.

4.1. Suggestions

- Diopside additives should be applied at ratios higher than 3% in weight to determine the effects on abrasion resistance and other properties.
- The effect of the same additive ratios in different recipes should be investigated.
- Alternative studies of diopside to replace with zircon and alumina should be done in the operational conditions of industry.
- To enhance the diopside crystals, it is necessary to investigate the mechanisms generated with mineralizers which can be used as nucleatingagents or atoms to increase the growth rates of crystals.
- The effects of diopside additions at higher ratios should be investigated in different ceramic products.

REFERENCES

[1] Yekta, B.E., Alizadeh, P., Rezazadeh, L., Floortile Glass-Ceramic Glaze For Improvement of Glaze Surface properties, Journal of the European Ceramic Society. 26, 3809-3812, 2006.

[2] Pekkan, K., Karasu, B., Zircon-Free Frits Suitable For Single Fast-Firing Opaque Wall Tile Glaze Sand Their Industrial Productions, Journal of the European Ceramic Society, 29, 1571-1578, 2009.

[3] Ceylantekin, R., Uz, V., Yanık, G., Şirin M., and Kadıoğlu, H., Production of translucent ceramics containing diopside-akermanite phases by fast firing, Journal of Ceramic Processing Research, Vol. 13, No. 4, 409-412, 2012.

[4] Kaya,G., Karasu, B., Çakır, A., Characterization of Diopside Based Glass-Ceramic Porcelain Tile Glazes Containing Borax Solid Wastes, Journal of Ceramic Processing Research, 12-2, 135-139, 2011.

[5] Karasu, B., Kaya, G., Ozdemir, O., *Use of Borax Solid Wastes in Diopside Based Glass-Ceramic Floor Tile Glazes*, Proceeding Int. Symp. on Advanced Processing of Metals and Material, 529-534, 2006.

[6] Kaya, G., Karasu, B., Özdemir, Ö., *The Development of Diopside Based Glass-Ceramic Glazes Suitable for Fast Fired Floor Tiles*, 6. Uluslararası Katılımlı Seramik Kongresi, 473-478, 2006.

[7] Alizadeh,P., Marghussian, V.K., Effect of Nucleating agents on the crystallisation behaviour and microstructure of SiO_2-CaO-MgO (Na_2O) Glass-Ceramics, European Ceramic Society 20,775-782, 2000.

[8] Öveçoğlu, M. L., Kuban, B., Özer, H., Characterization and Crystallization Kinetics of a Diopside-Based Glass-Ceramic Developed From Glass Industry Raw Materials, European Ceramic Society 17, 957-962, 1997.

[9] Smeacetto, F., Salvo, A. M., Bytner, F. D., Leone, A. P., Ferraris, B. M., New Glass and Glass–Ceramics Ealants for Planar Solidoxi Defuelcells, European Ceramic Society, 30, 933-940, 2010.

[10] Uz, V., The First Step in the Production of Fiber-Diopside Crystal, International Journal of Applied Ceramic Technology, 1-7, 2014.

[11] Nonami, T., Tsutsumi, S., Study of Diopside Ceramics For Biomaterials, Journal of Materials Science, 10, 475-479, 1999.

[12] Goodenough, J. B., Huang, Y. H., Alternative Anode Materials for Solid oxi Defuelcells, Journal of Power Sources , 173, 1-10, 2007.

[13] Tian, P., Cheng, B. J., Zhang, G., Chen, Z., Wang, Q., Crystallization and Luminescence Properties of Eu^{2+} Doped Diopside Glass Ceramics, Glass Physics and Chemistry, 36-4, 431-435, 2010.

[14] Canoa, N. F., Yauria, J. M., Watanabea, S., Mittanic, J. C. R., Blaka, A. R., Thermoluminescence of Natural and Synthetic Diopside, Luminescence 128,1185-1190, 2008.

[15] Fröberg, L., Kronberg, T., Hupa, L., Hupa, M., Influence of Firing Parameters on Phase Composition of Raw glazes, Journal of the European Ceramic Society 27,1671-1675, 2007.

DİOPSİT FAZI UYGULAMASININ PORSELEN KARO YÜZEYİNDE ETKİLERİ

Nihal Derin Coşkun[1], Veli Uz[1], Ali İssi[1*], Selvin Yeşilay[2], Nermin Kuşcu[3], Güray Kaya[1], Ayşe Selcen Şahin[1]

[1] Dumlupınar Üniversitesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği, Kütahya/Türkiye
[2] Anadolu Üniversitesi, Engelliler Entegre Yüksekokulu / Uygulamalı Güzel Sanatlar Bölümü / Seramik Sanatları Anasanat Dalı, Eskişehir/Türkiye
[3] NG Kütahya Seramik Porselen Turizm A.Ş., Kütahya/Türkiye

ÖZET

Sır dayanımı ve görsellik seramik ürünlerde kaliteyi belirleyen parametrelerdendir. Literatürde yüksek beyazlık ve aşınma dayanımı özelliklerine sahip diopsit fazı içeren sırların kullanımı artmakta ancak beraberinde farklı üretim sorunları oluşturmaktadır. Çalışmada üretilen diopsit kristalleri porselen karo sırına %1-3 oranlarında ilave edilerek engoplu ve engopsuz olarak uygulanarak üretim şartlarında sinterlenmiştir. Engoplu uygulamalarda diopsitli sırlar daha yüksek beyazlık değeri vermiştir. Diopsit ilaveli örneklerin hardkort, otoklav ve kimyasallara dayanım testlerinde olumlu sonuçlar elde edilmiştir. %3 diopsit ilaveli engoplu örneklerde lekelenme olmadığı ancak diğer örneklerde lekelenme tespit edilmiştir. %3 diopsit ilaveli reçetelerin engoplu olarak porselen karo yüzeyinde olumlu sonuçlar verdiği ve sıra daha yüksek oranlarda ilavesinin mümkün olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Diopsit, Sır, Porselen Karo, Beyazlık

1. GİRİŞ

Seramik kaplama ürünlerde sırlı yüzeyin aşınmaya dayanıklı olması kullanım ömrünü etkileyen etkenlerdendir [1]. Yüksek beyazlıkta yüzey için sırda zirkon, alümina veya diopsit kristalleri kullanımı yaygındır. Zirkon ve diğer beyazlık sağlayan katkıların pahalı olması nedeniyle diopsitli sırlar hem maliyet hem de beyazlık sağlanmasında önemli alternatiftir [2,3]. Ancak diopsitin kristalizasyonunda yaşanan problemler nedeniyle üretimde sıkıntılar yaşanmaktadır. Seramik ürünlerde bu sıkıntıların giderilmesi ve yüksek dayanımlı sırların kullanımı önemlidir [4-6]. Diopsitin kristalizasyonu üzerine birçok çalışma bulunmaktadır [7,8]. Diopsit, cam ve seramik malzemelerde önemli bir fazdır [9,10]. Biyolojik sistemlere uyumluluğu ile biomedikal uygulamalarda [11], katı yakıt oksit hücrelerinde [12] ve lüminesans özellikleriyle [13-14], ilgili kullanım çalışmaları yapılmaktadır. Cam seramiklerde frit hazırlanarak diyopsit fazının kristalleşme ve sinterlenme özellikleri ile ilgili bir çok çalışma bulunmaktadır [15]. Hızlı ve yavaş pişirimde kullanılan sırlarda kristalizasyonun çok fazla etkilendiği, hızlı pişirimde diyopsit, vollastonit, psodovollastonit kristallerinin, uzun süreli pişirimde ise anortit-albit, potasyum feldispat-albit kristallerinin ana faz olarak geliştiği belirtilmiştir [15]. Diyopsit kristalleri ve yanında oluşan diğer kristallerle beraber gelişimi ve

diyopsit kristali içeren cam seramiklerin dayanımı konusunda çalışmalar bulunmaktadır. Ancak diopsit kristallerinin üretilerek sır içerisine belirli oranlarda ilave edilmesi üzerine çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada amaç, diopsit kristallerinin üretilerek, belirli oranlarda porselen karo sırına ilave edilmesi ve kristallerin etkisiyle porselen karo yüzeyinde sırın özelliklerinin gelişiminin incelenmesidir.

2. MATERYAL VE METOT

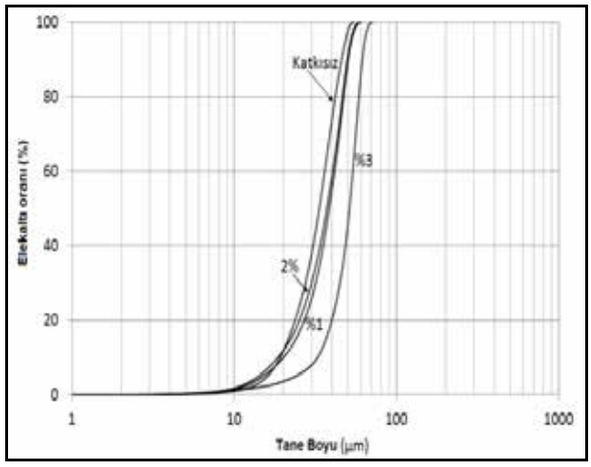
Diopsit kristallerinin üretimi için hazırlanan reçetede kullanılan hammaddeler kroze içerisinde 1200°C'de pişirilmiştir. Daha sonra kuru öğütme işlemi yapılarak sıra ilave edilmiştir. Porselen karo sırında kullanılan hammaddeler fritleştirilmiştir. Frit işleminde hammaddeler ve ağırlıkça oranları; manyezit (%24.8), mermer (%21.2), çinko oksit (%2.1), borik asit (%5.2), kuvars (%38.5), zirkon (%8.2) olarak kullanılmıştır. Hazırlanan frit kullanılarak iki adet porselen karo sır reçetesi hazırlanmıştır. Reçete 1'de %90 frit + %10 kaolen, Reçete 2'de ise %80 frit + %10 kaolen %10 albit kullanılmıştır. Elektrolit olarak CMC (carboksimetilcelulose) ve STPP (sodyum tripolifosfat) %0,3 oranlarında ilave edilmiştir. Kimyasal analizler Spectro X-Lab 2000 XRF cihazında yapılmıştır. Hazırlanan frit ve sır reçetelerinin kimyasal analizi Çizelge 1'de verilmiştir. Hazırlanan reçeteler sulu jet değirmende öğütülmüştür. Öğütülen reçetelerin tane boyut dağılımı Malvern lazer tane boyut ölçüm cihazında yapılarak Şekil 1'de verilmiştir. Hazırlanan her iki sır reçetesi 1200°C'de hızlı pişirim fırınında pişirilerek uygun reçete belirlenmiştir. Reçete 1'in porselen karo yüzeyinde delikler (pinhol) oluşturması nedeniyle kullanımının uygun olmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle diopsit kristalleri Reçete 2'ye ilave edilmiştir.Reçete 2'ye üretilen diopsit kristalleri %1, %2 ve %3 oranlarında ilave edilerek sulu öğütme yapılmıştır. Sonrasın da sırların porselen karo üzerine engoplu ve engopsuz uygulamaları yapılarak hızlı pişirim fırınında 1200°C'de pişirilmiştir. Pişirilen örneklerin renk analizleri Minolta 3600d spektrofotometreyle L*, a*, b* değerleri ölçülmüştür.

Yüzey aşınmasına dayanıklılık TS EN ISO 10545/7'ye, ısı şokuna dayanıklılık (Hartkord) TS EN ISO 10545/9'a, lekelenmeye dayanıklılık TS EN ISO 10545/14'e, sırın çatlamaya dayanım (Otoklav) TS EN ISO 10545/11'e, kimyasal maddelere dayanım TS EN ISO 10545/13'e göre Kütahya Seramik A.Ş. Ar-Ge laboratuarlarında yapılmıştır.

Faz analizleri Dumlupınar Üniversitesi Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümünde Rigaku Miniflex X-Işınları Diffraktometresi kullanılarak (Cu-Kα, 2θ 5-70º, 2º/dk) yapılmıştır. Elektron mikroskop çalışmalarında Anadolu Üniversitesi Malzeme Bilimi ve Mühendisliği bölümünde Zeiss Supra 50VP marka cihazda, örneklerin yüzeyi Au kaplanarak yüzey görüntüleri incelenmiştir.

Çizelge 1. Hammadde ve reçetelerin kimyasal analizleri

Oksitler	Frit	Kaolen	Albit	Reçete 1	Reçete 2
Na_2O	0.20	0.15	7.86	0.21	0.95
K_2O	0.01	2.09	0.19	0.21	0.20
CaO	16	0.14	0.50	14.41	13
MgO	14	0.06	0.22	12.6	11.20
Al_2O_3	0.2	37.53	20	3.92	5.70
Fe_2O_3	0.40	0.79	0.09	0.43	0.40
B_2O_3	4	-	-	3.6	3.20
SiO_2	54	47.34	70.53	53.34	55
ZnO	3	-	-	2.7	2.40
ZrO_2	7.3	-	-	6.6	6
TiO_2	0.23		0.28	0.2	0.20
A.Z.	0.66	11.90	0.33	1.78	1.75
Toplam	100	100	100	100	100

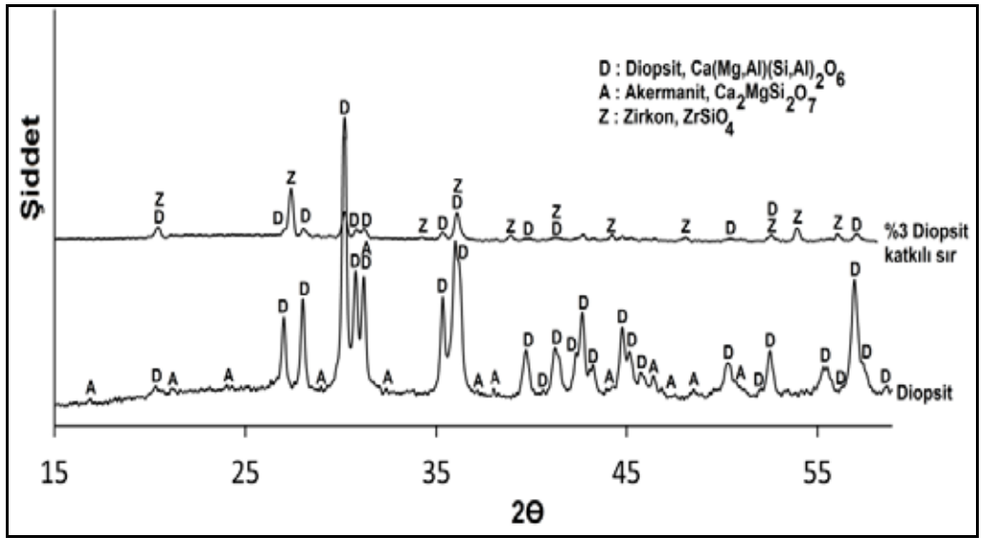


Şekil 1. Katkısız ve diopsit katkılı sırların tane boyut analizi sonuçları

3. BULGULAR

3.1. Faz analizi sonuçları

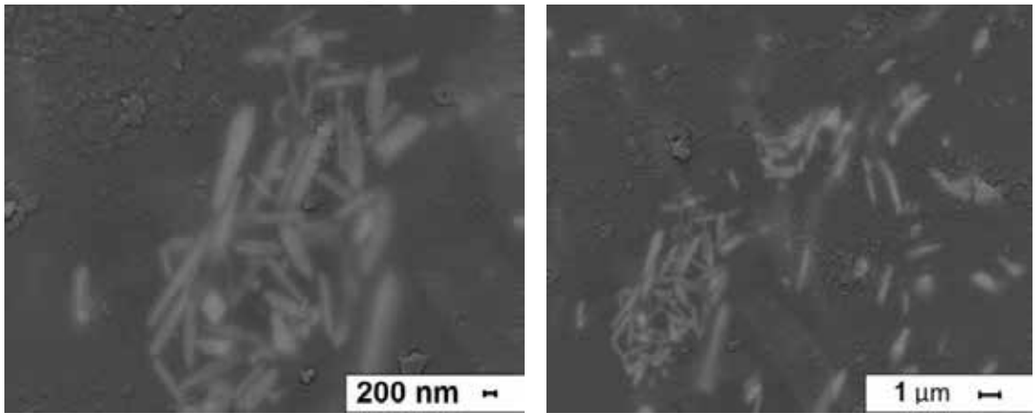
Üretilen diopsit kristallerinin ve sıra %3 oranında diopsit kristalleri ilave edilerek pişirilmiş sırlı örneğin yüzey faz analizi Şekil 2'de verilmiştir. Sıra katkı olarak üretilen diopsit kristalleri ile beraber çok az oranda akermenit fazı ve amorf faz oluşmuştur. %3 diopsit ilaveli sırda diopsit kristallerinin geliştiği ve sır içerisinde çözünmeden kaldığı belirlenmiştir. Ancak diopsit kristallerinin yanında zirkon ($ZrSiO_4$) fazınında geliştiği tespit edilmiştir. Zirkon ($ZrSiO_4$) fazının diopsit fazına göre daha yüksek pik şiddetinde olması nedeniyle %3 diopsit ilavesinin yeterli olmadığı daha fazla oranlarda ilave edilmesi gerektiği belirlenmiştir.



Şekil 2. Üretilen diopsit örneği ve %3 diopsit ilaveli sırın X-Işınları Difraktogramı

3.2. SEM Sonuçları

En yüksek oranda %3 diopsit ilaveli reçetede gelişen diopsit kristallerinin çubuksu gelişim gösterdiği ve yaklaşık 4µm uzunluğunda oldukları belirlenmiştir (Şekil 3). Ancak diopsit kristallerinin geniş bir alanda yayılım yerine bölgesel gelişim gösterdiği tespit edilmiştir. Diopsit kristallerinin yüzeyde homojen dağılımı sağlandığında sırın özelliklerinin gelişeceği belirlenmiştir. Bu nedenle daha fazla oranda diopsit ilave edilmesi gerektiği düşünülmektedir.



Şekil 3. %3 diopsit ilaveli sırın yüzey görüntüsü

3.3. Renk Özellikleri

Porselen karo yüzeyine engoblu ve engobsuz uygulanan sırların L*a*b* değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Diopsit ilaveli reçetelerin engoblu uygulamalarının beyazlık değerlerinin engobsuz uygulamaya göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Artan ilave oranlarıyla beyazlığın belirgin olarak değişmediği, ancak a* değerlerinin engoblu örneklerde artan ilave oranlarıyla –a*'ya doğru yeşilliğin arttığı, engobsuz örneklerde azaldığı tespit edilmiştir. Diopsit ilaveli sır reçetelerinin engoblu uygulamalarının engobsuz olana göre daha beyaz olduğu belirlenmiştir. Engoblu örnekler engobsuz örneklere kıyasla a* değerleri incelendiğinde renk kırmızıdan

yeşile doğru değişmekte iken, b* değerlerinde renk sarıdan maviye doğru değişim göstermektedir. Engoblu ve engobsuz örnekler karşılaştırıldığında; engoblu örneklerin a* değerlerinin engobsuzlara göre daha yeşil, b* değerlerinin ise daha sarı olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda diopsit kristallerinin daha fazla oranda ilave edilmesiyle renk değerlerinin iyileşeceği ve engoblu örneklerde beyazlık oranının daha fazla olacağı belirlenmiştir.

Çizelge 2. Katkısız ve Diopsitli Sırların Renk Değerleri

Reçeteler	Engoblu			Engobsuz		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Reçete 1	88.93	-1.38	3.33	83.25	-0.84	1.24
Reçete 2	88.20	-1.21	3.05	83.29	-0.87	0.84
%1 ilaveli	88.12	-1.16	3.52	79.59	-0.66	1.35
%2 ilaveli	88.37	-1.21	3.50	79.50	-0.47	1.76
%3 ilaveli	88.01	-1.32	3.46	79.71	-0.59	1.47

3.4. Aşınma ve kimyasallara dayanım özellikleri

Karoların kullanımında maruz kalacakları şartlara uygunluğuna karar vermede yapılan test sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Aşınmaya dayanım testi, dakikada 600 devirle yapılmış örneklerde aşınma görülmemiştir. TS EN ISO 10545/7'ye göre 3.sınıf aşınmaya karşı yüksek dayanımlı ürünler kategorisinde olduğu tespit edilmiştir. Tüm örneklerin kimyasala dayanım, Harkort testi ve otoklav testi sonuçları olumlu olmuştur. Ancak lekelenme testinde engoblu reçete 1, reçete 2 ve %3 diopsit ilaveli örneklerin leke tutmadığı belirlenmiştir. Reçete 2'de hem engoblu hemde engobsuz örneklerin leke testi başarılı olmuştur. Diopsit ilaveli reçetelerde %3 ilaveli engoblu uygulamanın leke tutmaması nedeniyle daha fazla oranda diopsit ilave edilmesi gerektiği ve engoblu uygulamasının daha iyi sonuçlar vereceği belirlenmiştir.

Çizelge 3. Örneklerin Kimyasala Dayanım, Lekelenme , Harkort ve Otoklav Test Sonuçları

Reçeteler		**KimyasalaDayanım**				**LekeTesti**	**HarkortTesti**			**Otoklav**
		%3 HCl	%18 HCl	%3 KOH	%10 KOH	var/yok	150 °C	175 °C	200 °C	5atm
Reçete1	Engoblu	+	+	+	+	yok	+	+	+	+
	Engobsuz	+	+	+	+	var	+	+	+	+
Reçete2	Engoblu	+	+	+	+	yok	+	+	+	+
	Engobsuz	+	+	+	+	yok	+	+	+	+
%1 ilaveli	Engoblu	+	+	+	+	var	+	+	+	+
	Engobsuz	+	+	+	+	var	+	+	+	+
%2 ilaveli	Engoblu	+	+	+	+	var	+	+	+	+
	Engobsuz	+	+	+	+	var	+	+	+	+
%3 ilaveli	Engoblu	+	+	+	+	yok	+	+	+	+
	Engobsuz	+	+	+	+	var	+	+	+	+

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Elde edilen sonuçlara göre;

- Diopsit kristallerinin porselen karoda engoblu uygulamanın beyazlığı daha yüksek olmaktadır.
- Engobsuz uygulamada daha fazla oranda diopsit kristalinin ilave edilmesi gerektiği belirlenmiştir.
- Lekelenme özelliğine göre daha fazla oranda diopsit ilavesinin başarılı olacağı belirlenmiştir.
- Kimyasallara dayanım ve Harkort, otoklav testi diopsitli sırlarda olumlu olmuştur.
- Diopsit ilaveli reçetelerde aşınma dayanımının yüksek olduğu belirlenmiştir.
- Porselen karo uygulamasında diopsitin yüzeyde homojen dağılımda olması halinde daha iyi sonuçlar vereceği tespit edilmiştir.
- Daha fazla diopsit ilavesinin denenmesi gerektiği ve farklı engob uygulamaları ile daha başarılı sonuçlar elde edileceği belirlenmiştir.
- %3 ve daha fazla oranda diopsit ilaveli sırın porselen karo yüzeyine engoblu uygulanmasının sırın özelliklerini iyileştireceği tespit edilmiştir.
- Seramik karo üretiminde beyazlığı sağlamak için kullanılan zirkon ortalama olarak reçetelerde %3 civarında kullanılmakta ve birim fiyatı 1 euro/kg'ken, diğer beyazlatıcı hammadde reçetelerde ortalama %9 oranlarında kullanılan alüminadır ve birim fiyatı ise 0,5$/kg'dır. Diopsit üretiminde kullanılan malzemeler ise bu fiyatların çok altında ve yurt dışından getirilmesi gerekmeyen malzemelerdir. Diopsitli sırların maliyetinin çok daha ucuz olması ve yerli hammaddelerle üretilmesi maliyetlerin azaltılmasında büyük bir avantaj sağlayacaktır.

4.1. ÖNERİLER

- %3 oranından daha yüksek oranlarda diopsit katkıları uygulanarak aşınma dayanımı ve diğer özelliklere etkileri belirlenmelidir.
- Farklı reçetelerde aynı katkı oranlarının etkisi araştırılmalıdır.
- Diopsit'in zirkon ve alüminaya alternatif çalışmaları işletme çetelerinde kullanılarak uygulanmalıdır.
- Diopsit kristalini büyütmek için mineralizatör atomların kullanılarak çekirdeklenmeyi sağlayabilecek ve kristallerin büyüme oranlarını artırabilecek mekanizmalar araştırılmalıdır.
- Daha yüksek oranlarda diopsit ilavesinin farklı seramik ürünlerde etkileri incelenmelidir.

KAYNAKÇA

[1] Yekta, B.E., Alizadeh, P., Rezazadeh, L., Floortile Glass-Ceramic Glaze For Improvement of Glaze Surface properties, Journal of the European Ceramic Society. 26, 3809-3812, 2006.

[2] Pekkan, K., Karasu, B., Zircon-Free Frits Suitable For Single Fast-Firing Opaque Wall Tile Glaze Sand Their Industrial Productions, Journal of the European Ceramic Society, 29, 1571-1578, 2009.

[3] Ceylantekin, R., Uz, V., Yanık, G., Şirin M., and Kadıoğlu, H., Production of translucent ceramics containing diopside-akermanite phases by fast firing, Journal of Ceramic Processing Research, Vol. 13, No. 4, 409-412, 2012.

[4] Kaya,G., Karasu, B., Çakır, A., Characterization of Diopside Based Glass-Ceramic Porcelain Tile Glazes Containing Borax Solid Wastes, Journal of Ceramic Processing Research, 12-2, 135-139, 2011.

[5] Karasu, B., Kaya, G., Ozdemir, O., *Use of Borax Solid Wastes in Diopside Based Glass-Ceramic Floor Tile Glazes*, Proceeding Int. Symp. on Advanced Processing of Metals and Material, 529-534, 2006.

[6] Kaya, G., Karasu, B., Özdemir, Ö., *The Development of Diopside Based Glass-Ceramic Glazes Suitable for Fast Fired Floor Tiles*, 6. Uluslararası Katılımlı Seramik Kongresi, 473-478, 2006.

[7] Alizadeh,P., Marghussian, V.K., Effect of Nucleating agents on the crystallisation behaviour and microstructure of SiO_2-CaO-MgO (Na_2O) Glass-Ceramics, European Ceramic Society 20,775-782, 2000.

[8] Öveçoğlu, M. L., Kuban, B., Özer, H., Characterization and Crystallization Kinetics of a Diopside-Based Glass-Ceramic Developed From Glass Industry Raw Materials, European Ceramic Society 17, 957-962, 1997.

[9] Smeacetto, F., Salvo, A. M., Bytner, F. D., Leone, A. P., Ferraris, B. M., New Glass and Glass–Ceramics Ealants for Planar Solidoxi Defuelcells, European Ceramic Society, 30, 933-940, 2010.

[10] Uz, V., The First Step in the Production of Fiber-Diopside Crystal, International Journal of Applied Ceramic Technology, 1-7, 2014.

[11] Nonami, T., Tsutsumi, S., Study of Diopside Ceramics For Biomaterials, Journal of Materials Science, 10, 475-479, 1999.

[12] Goodenough, J. B., Huang, Y. H., Alternative Anode Materials for Solid oxi Defuelcells, Journal of Power Sources , 173, 1-10, 2007.

[13] Tian, P., Cheng, B. J., Zhang, G., Chen, Z., Wang, Q., Crystallization and Luminescence Properties of Eu^{2+} Doped Diopside Glass Ceramics, Glass Physics and Chemistry, 36-4, 431-435, 2010.

[14] Canoa, N. F., Yauria, J. M., Watanabea, S., Mittanic, J. C. R., Blaka, A. R., Thermoluminescence of Natural and Synthetic Diopside, Luminescence 128,1185-1190, 2008.

[15] Fröberg, L., Kronberg, T., Hupa, L., Hupa, M., Influence of Firing Parameters on Phase Composition of Raw glazes, Journal of the European Ceramic Society 27,1671-1675, 2007.

UTILISATION OF PHOSPHORESCENT PIGMENTS PREPARED BY DRY MIXING AND SOLID STATE SINTERING METHOD ON GLAZES FOR WHITE EARTHENWARE BODY

Münevver ÇAKI[1], Bekir KARASU[2]

[1]Anadolu University, Faculty of Fine Art, Department of Ceramics, Eskişehir/TURKIYE
[2]Anadolu University, Faculty of Engineering, Department of Materials Science and Engineering, Eskişehir/ TURKIYE

Abstract
White earthenware bodies (glazed/unglazed) are fired at low temperatures varying between 900–1130 ºC. These ceramics have porous structure and high water absorption rate. Depending on their composition, they have a colour spectrum ranging from white to cream and beige. The glaze applied on the body matures at low temperatures. In this study, the bisque–fired samples formed from plastic white earthenware clay body were firstly glazed with a transparent glaze and fired at 1000 ºC. Then the fritted decoration glazes containing yellowish–green and bluish–green phosphorescent pigments prepared by dry mixing and solid state sintering were applied on the surfaces of the samples and finally fired at 800 ºC. The final products were characterized by means of various techniques.
Keywords: Akçini, phosphorescent pigment, dry mixing, solid state sintering, decoration glaze, evaluation, characterisation.

1. INTRODUCTION

Ceramic products can be classified as low–, mid– and high–fire products depending on the firing temperature. The most common low–fire ceramics (earthenware) are produced with clay present in abundant amount of the Earth's crust. Earthenware has less deformation during firing and a larger colour spectrum than stoneware and porcelain bodies being fired at high temperatures [1]. They are porous and their water absorption rates are high. They have waterproof surfaces when glazed [2]. Such products are also defined as claylike bodies made by clay, kaolin, flux and filler materials and fired below 1200 °C [3]. In the literature; these are, at the same time, defined as claylike bodies fired at low temperatures between 900–1100 °C and divided into two groups: white or coloured ones [4]. White bodies are named as akçini with the presence of homogeneously dispersed fine particles, having high level of water absorption [5].

Phosphorescence, also named persistent luminescence or afterglow, refers to an emission of light at room temperature (RT) that persists once the UV–vis excitation is turned off [6]. There have been several continuous studies carrying on phosphorescent pigments in Turkiye [7–56]. Phosphors in the strontium aluminates system activated with europium (Eu) and dysprosium (Dy) draw great interest due to many superior properties they own. When compared to the classical sulphur phosphors, they are superior because of their high radiation intensity, color purity, long emission duration, chemical stability and because they are reliable and have no radiation [57–58]. In the development process of phosphorescence, researchers

have addressed the impact of various additives, mole ratios of constituents and preparation techniques. It was found in these studies that the shapes and dimensions of phosphorus grains affect phosphorescence. Various new properties were discovered like the emission intensity turning blue when the grain size reaches the nano level. It is expected that as phosphorus grains are regular shaped and with plaque like structure, their absorption of light would be better and that they form a compact of high density due to their orientations. This situation leads to the derivation of higher emission intensity. Grain dimensions and shapes of phosphorus powders may also depend on the type of formed crystal, the grain size of initial materials and therefore, the preparation process [59].

2. EXPERIMENTAL WORKS

Under the lights of both literature survey and experimental works made by our team successful recipes were prepared using laboratory grade $SrCO_3$, H_3AlO_3, H_3BO_3, SiO_2, Al_2O_3, CaO, Eu_2O_3, Dy_2O_3, Y_2O_3. Firstly, mole ratios of raw materials in the compound were calculated. Later, mole weights were addressed. Unlike wet–process [42, 44–45] the mixtures of recipes were dry–mixed for 0.5–2 hours. When necessary, calcination was applied before sintering which was conducted by Protherm PTF 16/50/450 brand tube furnace. At this stage, specially prepared gas mixture was given into the alumina tube sealed on either side. The special gas mixture was selected in the 90–99 % nitrogen (N_2) and 1–10 % hydrogen (H_2) range. Pigments were sintered at different temperatures (1300–1450 °C) for different firing intervals (2–3 hours) and under various atmospheric conditions. Compact products of sintering were ground in mortar to decrease particle size and sieving was made to separate powder below 90 microns.

Semi–wet akcini mud of Kütahya Aşanlar Co. was formed by pressing into 9.5 cm in diameter spherical and 12x18 cm dimension rectangular samples, afterwards bisque–fired at 930 ºC in an electrically–heated laboratory type furnace. For glaze application the recipe of leaded–alkali–boron, transparent earthenware glaze was used (Table 1).

Table 1. The transparent glaze recipe used in the study (weight %)

Recipe No	Sodium Feldspar	Potassium Feldspar	Ulexite	Minium	Quartz	Clay
S1	15	15	40	10	10	10

Starting raw materials were precisely weighed and thoroughly mixed for 1 hour in a ball mill with 1 kg capacity, half of which was water. Then resultant slip passed through 100 mesh sieve. Glaze with 1450 g litre weight was applied onto akcini plates pre–fired by pouring and glazed samples were fired at 1000 ºC. In order to cover the transparent glaze surfaces with fritted decoration glaze, 49 g low–temperature frit, 1 g Uşak kaolin, 0.1 g carboxyl methyl cellulose (CMC) were mixed with 50 g water in a ball mill for 40 min. Then yellowish–green and bluish–green phosphorescent pigments prepared by dry mixing and solid state sintering were added pre–ground mixtures as 10 % and further mixing was carried out for 10 min. Final slip was applied onto spherical shape, transparent glazed sample surfaces and firing was

conducted at 800 ºC for over–glaze decoration. At the last stage, similar process was applied for the rectangular shape plates over which the glaze was applied using serigraphy.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The appearance of yellowish–green and bluish–green phosphorescent pigments prepared by dry mixing and solid state sintering can be seen in Figure 1.

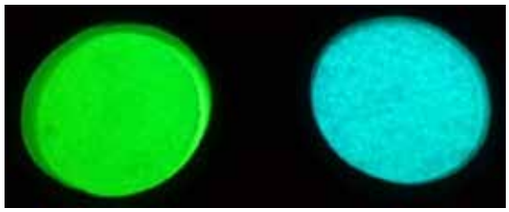


Figure 1. Appearances of sintered un-ground yellowish–green and bluish–green phosphorescent pigments in the dark.

Figures 2 and 3 present spherical akçini bodies transparent–glazed and decorated with a glaze containing yellowish–green and bluish–green phosphorescent pigments in day light and in the dark respectively.

(a) **(b)**

Figure 2. Appearances of spherical samples over–glazed with low–temperature decoration glaze containing yellowish–green phosphorescent pigments (a) in daylight, (b) in the dark.

(a) **(b)**

Figure 3. Appearances of spherical samples over–glazed with low–temperature decoration glaze containing bluish–green phosphorescent pigments (a) in daylight, (b) in the dark.

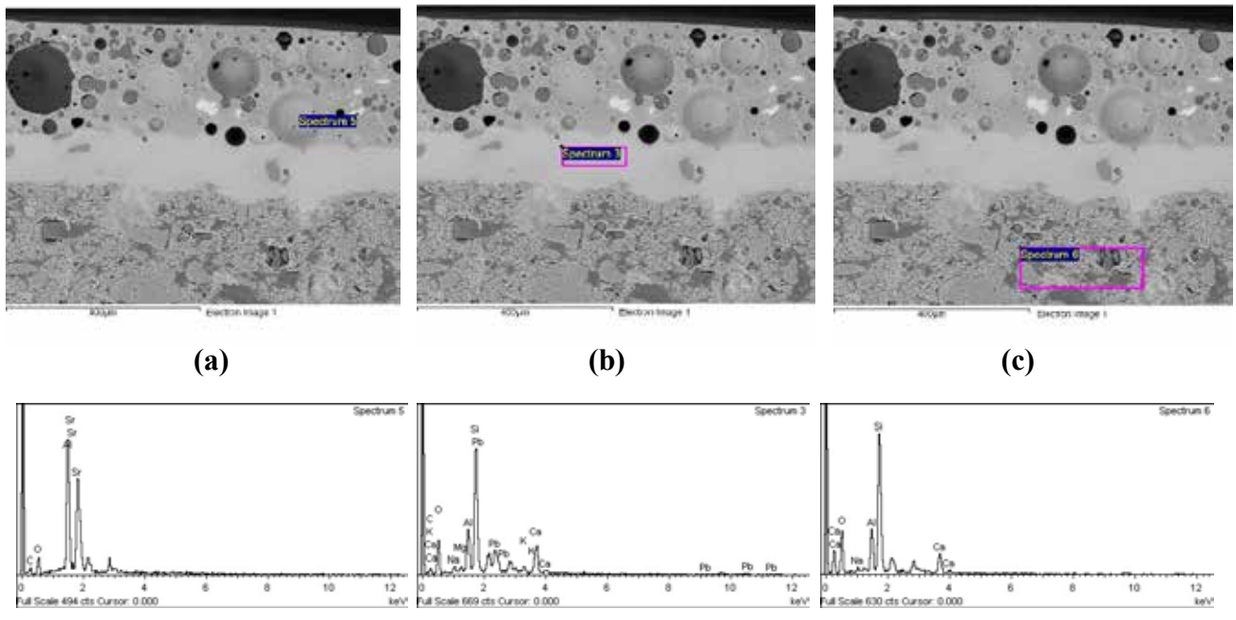
Akçini plates transparent–glazed and decorated with a glaze containing yellowish–green and bluish–green phosphorescent pigments in day light and in the dark respectively are given in Figure 4. Depending on the body and transparent glaze thermal expansion coefficient differences crackle texture has been achieved.

(a) **(b)**

Figure 4. Appearances of rectangular plates silk-screened with low–temperature decoration glaze containing yellowish–green and bluish–green phosphorescent pigments (a) in daylight, (b) in the dark.

According to the detailed studies previously done, it was observed that the produced yellowish–green pigments display ~ 520 nm wavelength emissions while bluish–green ones exhibit ~ 490 nm upon analysis of the relevant curves. Also, with x–ray diffraction analysis (XRD) it was determined that the $SrAl_2O_4$ crystal, which provides green emission in the strontium aluminate system is the main crystal in the structure of yellowish–green pigments. There are also small quantities of $Sr_3Al_2O_6$, $SrAl_4O_7$, Sr_3Al_2(Eu, Dy, Y)$O_{7.5}$, $Sr_4Al_{14}O_{25}$, Al_5(Eu, Dy, Y)O_{12} and (Eu, Dy, Y)AlO_3 phases in the system. On the other hand, the $Sr_4Al_{14}O_{25}$ phase, which allows emission in the blue–green zone in the strontium aluminate system is structurally the main crystal; $SrAl_4O_7$ and $SrAl_{12}O_{19}$ are secondary phases in the bluish–green pigments [24].

SEM and EDX analysis were conducted by the combination of ZEISS SUPRA 50 VP SEM instrument and OXFORD brand EDX detector on the cross section of spherical akçini bodies transparent-glazed and decorated with a glaze containing yellowish–green and bluish–green phosphorescent pigments (Figure 5-6).



(a) **(b)** **(c)**

(d) **(e)** **(f)**

Figure 5. SEM and EDX analysis results of the cross section taken from spherical akçini bodies transparent–glazed and decorated with a glaze containing yellowish–green phosphorescent pigment [(a and d) from decoration glaze, (b and e) from transparent glaze and (c and f) from bodies].

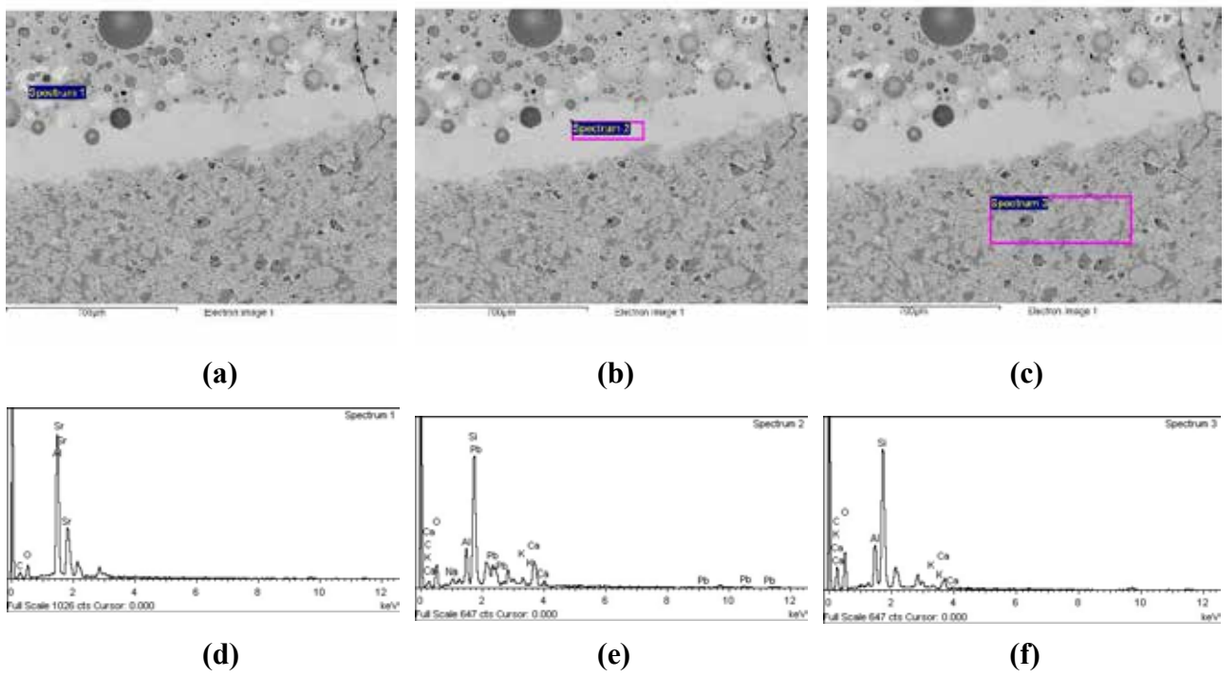


Figure 6. SEM and EDX analysis results of the cross section taken from spherical akçini bodies transparent–glazed and decorated with a glaze containing bluish–green phosphorescent pigment [(a and d) from decoration glaze, (b and e) from transparent glaze and (c and f) from bodies].

EDX results confirm XRD data, pointing out the presence of strontium aluminate crystals as main phases in either yellowish–green or bluish–green phosphorescent pigments. Transparent glaze covering akçini bodies contains lead, alkali and boric oxide as given in its recipe. In body silica, alumina, potassium oxide and calcium oxide were determined by EDX.

CONCLUSIONS

With previously done studies it was determined that phosphorescent pigment could be easily and successfully used in wall tile vetroza decoration under industrial working conditions. Likewise, with the present study it is reported that they may comfortably be evaluated on akçini decorations without having any problem. Depending on the surface texture it is possible to achieve countless and very attractive and functional artefacts.

ACKNOWLEDGEMENT

Authors would like to thank to Ceramic Research Centre (SAM) and its very precious workers; Materials Engineer Pervin Dağ and Technician Mr. Mustafa Çobancı for SEM, EDX and hot stage microscopy analysis.

REFERENCES

[1] Peters, L., *Surface Decoration for Low-Fire Ceramics*, Lark Books, Asheville, North Carolina, p. 13–14, 1999.

[2] Conrad, J. W., *Advanced Ceramic Manual Technical Data for the Studio Potter*, Falcon Company–Publishers, San Diego, CA2007, p. 41.

[3] Scott, D., *Clays and Glazes in Studio Ceramics*, The Crowood Press, p. 2, 1998.

[4] Zakin, R., *Ceramics Mastering the Crafts 2nd Edition*, Krause Publication, 27–29, USA, 2001.

[5] Arcasoy, A., *Ceramic Technology*, Marmara University, Faculty of Fine Art, Ceramic Art Publications, No:1, p.116, 1983 (in Turkish).

[6] Denis, G., Deniard, P., Rocquefelte, X., Benabdesselam, M., Jobic, S., The Thermally Connected Traps Model Applied to the Thermoluminescence of Eu^{2+} Doped $Ba_{13-x}Al_{22-2x}Si_{10+2x}O_{66}$ Materials (x ~ 0.6), Optical Materials, 32, 941–945, 2010.

[7] Karasu, B., Özkara, Ö., Phosphorescence Materials Used in Glass and Ceramic Industries, Metallurgy, Chamber of Metallurgical Engineers (TMMOB), Vol. 23, 121, 28–32, 1999 (in Turkish).

[8] Karasu, B., Kaya, G., Özkara, Ö., *Coating of Brick and Roofing Tiles with Phosphorous Luminescence Glazes*, Proceeding of the 2nd International Eskisehir Terra Cotta Symposium, 108-113, 2002 (in Turkish).

[9] Karasu, B., Kaya, G. and Ozkara O., *Use of Phosphorescence Pigments in Several Glazes,* Anadolu University, Research Fund (AFS) Project Report, 2002 (in Turkish).

[10] Karasu, B. and Kaya, G., *Development of Glazes with Phosphorescence Ability*, TÜBİTAK (Science, Technology and Research Association of Turkiye) Ceramic Research Centre (SAM), P/2001–03, Project Report, 2002 (in Turkish)

[11] Karasu, B., Kısacık, Y., Kaya, G., Uçar, T., Toplutepe, N. Ö., *Improvement of Process Parameters in the Production of Yellowish–Green Coloured Luminescent Pigments*, Proceeding Book of the 3rd Ceramic, Glass, Enamel, Glaze and Pigment Seminar with International Participation (SERES 2005), Eskisehir, 767–771, 2005 (in Turkish).

[12] Karasu, B., Kaya, G., Kısacık, Y., *Long Lasting Luminescent Pigment Production in the $SrAl_2O_4:Eu^{2+}$, Dy^{3+} System*, Proceeding Book of the 3rd Ceramic, Glass, Enamel, Glaze and Pigment Seminar with International Participation (SERES 2005), Eskisehir, 750–756, 2005 (in Turkish).

[13] Karasu, B., Kaya, G., Kibici, A., *The Production of Long Lasting Blue and Bluish-Purple Coloured Luminescent Pigments*, 6th National Ceramic Congress with International Participation, Turkish Ceramic Society, Sakarya, 272–276, 2006 (in Turkish).

[14] Kaya, Y. S., Karasu, B., Karacaoğlu E., *General Review of Application of Phosphorescence Pigments in Ceramic Industry*, the Proceedings of SERES'09 I. International, Ceramic, Glass, Porcelain Enamel, Glaze and Pigment Congress, Eskişehir, 608–616, 2009.

[15] Yeşilay, S., Karasu, B. and Karacaoğlu, E., *Production and Characterisation of Bluish-green and Yellowish-green Phophors in the $SrAl_2O_4$: Eu^{+2}, Dy^{+3} System*, Abstract Book of the III. Luminescence Dosimeter Congress, Bodrum, p. 15, 2009 (in Turkish).

[16] Kaya, Yesilay, S., Karasu, B., Kaya, G., Karacaoglu, E., Influences of Eu^{+3} and Dy^{+3} Contents on the Properties of Long Afterglow Strontium Aluminate Phosphors, Advances in Science and Technology, Vol. 62, 88–94, 2010.

[17] Kaya, Yesilay, S., Karasu, B., Kaya, G., Karacaoglu, E., Effects of Firing Temperature and Time on the Luminescency of Phosphors in Strontium Aluminate System Co–Doped by Eu_2O_3 and Dy_2O_3 and Prepared by Solid State Reaction Processing, Advances in Science and Technology, Vol. 62, 82–87, 2010.

[18] Karasu, B., Kaya, Yesilay, S., Karacaoğlu, E., Çakı, M., Özel, E., Kaya, G., *Production of Bluish–Green, Yellowish–Green Phosphorescence Pigments and Their Uses in Wall Tile Decoration Glazes and in Vetroza Applications*, TUBITAK 1001 Scientific and Technological Research Project Support Programme, Project Report, 108M464, 2010 (in Turkish).

[19] Kaya, Yeşilay, S., Karasu, B. and Karacaoğlu, E., *Phosphorescent Pigment Application in Glasses*, Proceeding Book of Camgeran 2010 Applied Glass Symposium with International Participation, Eskisehir, 41–44, 2010 (in Turkish).

[20] Kaya, Yesilay, S., Karasu, B., Karacaoglu, E., *The Effects of Boron Oxide Content on the Phosphorescence Mechanism of Strontium Aluminate Phosphors*, Proceeding of the 15th International Metallurgy and Materials Congress, İstanbul, 2140–2146, 2010.

[21] Karacaoglu, E., Kaya, Yesilay, S., Karasu, B., Kaya, G., *The Synthesis of Violet Emitting Long Afterglow Calcium Aluminate Phosphors and Their Luminescence Properties*, Abstract Book of ECerS XII, XII. Conference and Exhibition of the European Ceramic Society, Stockholm, Sweden, 2011.

[22] Unal, A., Karasu. B., Kaya, Yesilay, S., *Synthesis and Characterization of Blue Long Afterglow Strontium Silicate Phosphors and Luminescence Properties*, Abstract Book of ECerS XII, XII. Conference and Exhibition of the European Ceramic Society, Stockholm, Sweden, 2011.

[23] Karasu, B., *Inorganic Phosphorescent Pigments in Glass Applications*, Abstract Book of SERES'11 II. International, Ceramic, Glass, Porcelain Enamel, Glaze and Pigment Congr*ess*, Eskişehir, 2011.

[24] Kaya, Yeşilay, S., Karasu, B., Production of Bluish–Green and Yellowish–Green Phosphorescent Pigments and Their Usages in Wall Tile Vetroza Applications, Journal of Ceramic Turkiye, Turkish Ceramic Federation Publication, No:35, January–March Issue, 128–134, 2011.

[25] El Kazazz, H., Karacaoglu, E., Karasu, B. and Agatekin, M., Production of Violet–Blue Emitting Phosphors via Solid State Reaction and Their Uses in Outdoor Glass Fountain, Journal of American Science, 7 (12), 998–1004, 2011.

[26] Kaya, Yeşilay, S., Karasu, B., Process Parameters Determination of Phosphorescent Pigment Added, Frit–Based Wall Tiles Vetrosa Decorations, Ceramics International, Vol. 38, Issue 4, 2757–2766, May 2012.

[27] Kaya, Yeşilay, S. and Karasu, B., Glass and Ceramics with Phosphorescent Ability, Ceramics Technical, No: 34, 94–99, May 2012.

[28] Kaya, Yeşilay, S., Karacaoglu, E. and Karasu, B., Effect of Al/Sr Ratio on the Luminescence Properties of $SrAl_2O_4$: Eu^{2+}, Dy^{3+} Phosphors, Ceramics International, Vol. 38, Issue 5, 3701–3706, July 2012.

[29] Kaya, Yesilay, S., Karacaoglu, E. and Karasu, B., Particle Size Influence of Starting Batches on the Phosphorescence Behavior of $Sr_4Al_{14}O_{25}$ Based Bluish–Green Phosphors, Advances in Applied Ceramics: Structural, Functional and Bioceramics, Vol. 111, No:7, 393–397, 2012.

[30] El Kazazz, H., Karacaoğlu, E., Karasu, B. and Ağatekin, M., Production of Pr_6O_{11}–Doped $SrAl_2O_4:Eu^{2+}$, Dy^{3+}, Y^{3+} Yellowish–Green Phosphors and Their Usage in Artistic Glasses, Anadolu University, Journal of Science and Technology A, Applied Sciences and Engineering, Vol. 13, No: 2, 81–87, 2012.

[31] Karacaoglu E., Karasu, B., *Investigations on Luminescence Characteristics and Influence of Co-Doping Different Rare Earth Ions of Bright White Long–Afterglow Phosphorescent Pigments*, IntertechPira's 10th Annual Phosphor Global Summit, Arizona, USA, March 2012.

[32] Karacaoğlu, E., Karasu, B., *General Review on the Persistent Luminescence Phosphors in Türkiye and the World*, Abstract Book of Paint İstanbul Fair and Congress, p. 93, 2012.

[33] Karasu, B., *The Development of Phosphorescent Pigments in Turkiye*, Abstract Book of VIII. Ceramic Congress with International Participation, Afyonkarahisar, 2012 (in Turkish).

[34] Karacaoglu, E. and Karasu, B., The Effects of Re-Firing Process under Oxidizing Atmosphere and Temperatures on the Properties of Strontium Aluminate Phosphors, Mater. Research Bull., 48, 10, 3702–3706, 2013.

[35] Karasu, B., *Inorganic Based Phosphorescent Pigments with the Usage Potentials in Conventional Ceramics*, Proceeding of VII. International Eskisehir Terra Cotta Symposium, , 305–321, 2013.

[36] Karasu, B., *Inorganic Phosphorescent Pigments for the Usage on the Surfaces of Ceramics, Glasses and Metals*, Abstract Book of International Conference on Traditional and Advanced Ceramics 2013 (ICTA2013) in conjunction with ASEAN Ceramics 2013, Bangkok, Thailand, p. 23, 2013.

[37] Karasu, B., *Development of Phosphorescent Pigments Emitting Red Colour and Its Shades, Their Productions at Pilot Scale and Utilizations in Ceramic, Glass and Metal Sectors*, T.R. the Ministry of Science, Industry and Technology, 00857.STZ.2011–1, San–Tez Research Project Report, 2013 (in Turkish).

[38] Karasu, B., *Production of Phosphorescent Pigments with White Colour Emition and Their Uses in Ceramic, Glass and Metal*, KOSGEB Research–Development, Inovation and Industrial Application Support Programme Project Report, 2013 (in Turkish).

[39] Karasu, B., Aksoy T., Yastı Yalçın Ş., *Improving Usage Performances of the Red Phosphorescence Emitting Pigments Belonging Different Systems*, VIII. International Eskisehir Terra Cotta Symposium, 141–152, 2014.

[40] Karasu, B., Aksoy, T., Red Light Emitting Phosphorescent Pigments (I), ESO Dergi, Eskişehir Commerce Chamber (ESO), Year 3, No: 6, 82–86, 2014 (in Turkish).

[41] Karasu, B., Aksoy, T., Red Light Emitting Phosphorescent Pigments (II), ESO Dergi, Eskişehir Sanayi Odası (ESO), Year 3, No: 8, 94–97, 2014 (in Turkish)

[42] Karacaoglu, E., Karasu, B., Ozturk, E., Investigations on Luminescence Characteristics and Influence of Doping and Co–Doping Different Rare Earth Ions of White

Phosphorescence Materials Having Different Luminescent Centers, Periodical of Advances in Science and Technology, 13th International Ceramics Congress–Part D, Vol. 90, 133–40, 2014.

[43] Karasu, B., Aksoy T., Yastı Yalçın Ş., The Development of Long Life Red Phosphorescent Pigments in Several Oxide–Based Systems, Anadolu University, Publication and Research Promotion Project Report, 2014 (in Turkish).

[44] Karacaoglu, E. and Karasu, B., The Effects of Different Activators and Sintering Atmosphere on the Luminescence Properties of Akermanite Type Phosphors, Indian Journal of Chemistry Section A (IJCA), Vol 54A, 1394–1401, 2015.

[45] Karasu, B., Yesilay, S., Karacaoğlu, E., Cakir, A., White Light Emitting Phosphorescent Pigments, *Turkish Ceramic Federation Publication, Journal of Ceramic Turkiye Science, Technique and Industry*, September–December Issue, 112–121, 2015.

[46] Karasu, B., *Purple/Purple–Blue Phosphorescence Light Emitting Pigments of Calcium Aluminate ($CaAl_2O_4$) System*, National Patent No: TR 2011 05980 B, 2015 (in Turkish).

[51] Karasu, B., *Low–Temperature, Transparent Vetroza Frit Capable of Being Used with Phosphorescent Pigments*, National Patent No: TR 2011 05981 B, 2015 (in Turkish).

[52] Pekkan, K., Gün, Y., Taşçı, E., Karasu B., *Effects of the Physical Properties of Phosphorescent Glazes on Luminescence*, Proceeding Book of the X. International Eskişehir Terracotta Symposium, 633–639, 2016.

[53] Özer, M. S., Karasu, B., Yeprem, A., *Synthesis of $SrAl_2O_4:Eu^{2+}$, Dy^{3+} Phosphorescent Pigments via Combustion Assisted Sol–Gel Method*, Abstract Book of International Conference on Traditional and Advanced Ceramics 2017 (ICTA2017) in conjunction with ASEAN Ceramics 2017, Bangkok, Thailand, 2017.

[54] Pekkan, K., Gün,Y., Kaymak, K., Taşçı, E., Karasu, B., Determination of Low Temperature Glaze Compositions in Terms of Different Phosphorescent Pigments and Their Applications on the Traditional Turkish Çini, Şişe Cam Technical Bulletin, September Issue, 2017 (in Turkish) (in press).

[55] Karasu B., Özer, M. S., *Comparison and Caracterization of Yellowish–Green Phosphorescent Pigments Produced by Conventional Combustion and Sol–Gel Methods*, Anadolu University, Publication and Research Promotion Project Report, 1605F341, 2017 (in Turkish).

[56] Pekkan, K., Taşcı, E., Gün, Y., Kaymak, K., Acer, O., Karasu B., *Development, Production and Application of Phosphorescent Pigments for Traditional Turkish Çini Bodies*, TUBITAK (Science, Technology and Research Association of Turkiye) 3001 Scientific and Technological Research Project Support Programme, Project Report, 114M135, 2017 (in Turkish).

[57] William, M. Y. and Marvin, J. W., *Inorganic Phosphors: Compositions, Preparation and Optical Properties*, The CRC Press Laser and Optical Science and Technology Series, p 9, 2004.

[58] Bem, D.Y., Luyt, A. S. and Dejene, F. B., Structural, Luminescent and Thermal Properties of Blue $SrAl_2O_4:Eu^{2+}$, Dy^{3+} Phosphor Filled Low–Density Polyethylene Composites, Physica B 404, 4504–4508, 2009.

[59] Luitel, H., Watari, T., Torikai T. and Yada, M., Effects of Particle Size and Type of Alumina on the Morphology and Photoluminescence Properties of $Sr_4Al_{14}O_{25}$: Eu^{2+} Dy^{3+} Phosphor, Research Letters in Material Science, 1–4, 2009.

KURU KARIŞTIRMA VE KATI HAL SİNTERLEME YOLUYLA HAZIRLANMIŞ FOSFOR IŞIL PİGMENTLERİN AKÇİNİ ÜRÜN DEKOR SIRINDA DEĞERLENDİRİLMESİ

Münevver ÇAKI[1], Bekir KARASU[2]

[1]Anadolu Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik Bölümü, Eskişehir/TÜRKİYE
[2]Anadolu Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü, Eskişehir/TÜRKIYE

Özet

Akçini seramik bünyeler; kırığı beyaz ürünler şeklinde tanımlanmakta olup pişirim sıcaklıkları sırlı veya sırsız 900–1130 ºC arasında değişmektedir. Bu tip seramikler pişme sonrası gözenekli bir yapıya ve yüksek su emme oranına sahiptirler. Bileşime bağlı olarak beyaz, krem ve bej arasında değişen bir renk yelpazesi sergilerler. Bünye üzerine uygulanan sırların ergime sıcaklıkları düşüktür. Bu çalışmada pişme rengi beyaz, yarı yaş şekillendirilmiş akçini çamurundan elde edilen plakalar şeffaf sırla kaplanıp pişirildikten sonra kuru karıştırma ve katı hal sinterleme yoluyla hazırlanmış sarımsı–yeşil ve mavimsi–yeşil fosfor ışıl pigment içeren dekor sırıyla örtülüp 800 ºC'de nihai pişirime tabi tutulmuş, son ürünler çeşitli tekniklerle karakterize edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Akçini bünye, fosfor ışıl, pigment, kuru karıştırma, katı hal sinterleme, dekor sırı, değerlendirme, karakterizasyon.

1. GİRİŞ

Seramik ürünler sıcaklığa bağlı olarak düşük, orta ya da yüksek sıcaklıklarda pişen ürünler olarak gruplandırılabilmektedir. İçlerinden en yaygın olan toprak ürünler (earthenware) yer kabuğunda bol miktarda bulunan killerle üretilirler. Bu grubun yüksek sıcaklıklarda pişen stoneware ve porselen bünyelere göre daha geniş bir renk yelpazesi vardır, ayrıca, pişirim sırasında deformasyon daha azdır [1]. Gözenekli, poröz ve sır uygulamasıyla su geçirmez hale gelen bünyelerdir [2]. Kil, kaolen, ergitici ve dolgu malzemeleri içeren ve geniş bir yelpazeyi kapsayan böylesi ürünler, 1200 ºC'nin altında pişirilen bünyeler olarak tanımlanır [3]. Bir başka kaynakta ise; 900–1100 ºC arasındaki nispeten düşük sıcaklıklarda pişirilen bünyeler şeklinde sınıflandırılıp beyaz ve renkli olmak üzere iki grupta incelenirler [4]. Beyaz ürün grubu; homojen dağılmış ince taneciklerden oluşan, kırığı beyaz ve su emme özelliği gösteren, akçini olarak adlandırılan seramik grubudur [5].

Sürekli lüminesans şeklinde de anılan fosfor ışıllık, mor ötesi (ultra viyole–UV) kaynağınca uyarım ve sonrasında kaynağın uzaklaştırılmasıyla oda sıcaklığında, karanlık ortamda ışık yayınımı şeklinde tanımlanmaktadır [6]. Böylesi, farklı renklerde fosforesans–fosfor ışıl pigmentler üzerine ülkemizde de artık çeşitli ve sürekli araştırmalar gerçekleştirilmektedir [7-56]. Evropiyum (Eu) ve disprosyum (Dy) ile aktive edilmiş stronsiyum alüminat sistemindeki fosforlar sahip oldukları birçok özellikleri sayesinde yoğun ilgi görmektedirler. Klasik sülfür fosforları ile karşılaştırıldıklarında, yüksek ışıma şiddeti, renk saflığı, uzun ışıma süresi, kimyasal kararlılık, güvenli olmaları ve radyasyon içermemeleri bakımından daha üstündürler [57-58]. Fosforesansın gelişim sürecinde araştırmacılar çeşitli ilavelerin etkisi, bileşenlerin mol

oranları ve hazırlama yöntemleri üzerinde durmuşlardır. Bu çalışmalarda fosfor tanelerinin şekil ve boyutlarının fosforesans özellikleri etkilediği bulunmuştur. Tane boyutu nano seviyeye ulaştığında yayınım şiddetinin maviye dönmesi gibi çeşitli yeni özellikler keşfedilmiştir. Fosfor tanelerinin düzgün şekilli ve plaka benzeri yapıda olduklarında ışık soğurmalarının daha iyi olması ve oryantasyonları sonucunda yüksek yoğunlukta bir kompakt oluşturmaları beklenir. Söz konusu durum daha yüksek ışıma şiddeti sağlar. Fosfor tozlarının tane boyut ve şekilleri; ortaya çıkan kristalin tipine, başlangıç malzemelerinin tane boyutuna ve dolayısıyla, hazırlama sürecine de bağlı olabilmektedir [59].

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Gerek literatür araştırmaları gerekse uzun soluklu çalışmaların ışığı altında belirlenen reçeteler doğrultusunda laboratuvar saflığında $SrCO_3$, H_3AlO_3, H_3BO_3, SiO_2, Al_2O_3, CaO, Eu_2O_3, Dy_2O_3, Y_2O_3 hammaddeleri ile karışım harmanları hazırlanmıştır. Bunun için öncelikle hammaddelerin bileşimdeki molce oranları hesaplanmış, daha sonra mol ağırlıklarına geçilmiştir. Yaş öğütme sürecinin aksine reçete karışımlar 0,5-2 saat otomatik olarak kuru halde homojenlik biçimde karıştırılmıştır. Gerektiği taktirde sinterleme öncesi kalsinasyon uygulanmıştır. Pişirim, homojen tozların alümina kröze içerisine yüklenerek Protherm PTF 16/50/450 model tüp fırında gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada, her iki tarafından sızdırmazlığa sahip alümina tüpe özel hazırlanmış gaz karışımı verilmiştir. Söz konusu karışım % 90–99 azot (N_2) ve % 1–10 hidrojen (H_2) aralığında seçilmiştir. Pigmentler farklı sıcaklıklarda (1300–1450 °C), farklı pişirim sürelerinde (2–3 saat) ve farklı atmosfer koşullarında sinterlenmiştir. Sinterlenerek kompakt hale gelmiş nihai ürünler agat havanda öğütülüp sonrasında da elenerek 90 mikronun altına düşürülmüşlerdir.

Kütahya Aşanlar A.Ş.'den temin edilen yarı yaş akçini çamurundan kalıba basma yöntemiyle 9,5 cm çapında dairesel ve 12x18 boyutlarında dikdörtgen numuneler hazırlanmış, 930 ºC'de elektrikli fırında bisküvi pişirimine tabi tutulmuşlardır. Sır uygulamalarında reçete bileşimi Çizelge 1'de sunulan, sodyum feldispat, potasyum feldispat, üleksit, kaolen, sülyen ve kuvars içeren, kurşunlu–alkalili–borlu şeffaf toprak ürün sırı kullanılmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan saydam sırın reçetesi (ağırlıkça %)

Reçete No	Sodyum Feldspat	Potasyum Feldspat	Üleksit	Sülyen	Kuvars	Kil
S1	15	15	40	10	10	10

Sır hammaddeleri reçeteye göre tartılmış, karışım, 1 kg kuru madde kapasiteli bilyeli değirmende % 50 su içeriğiyle 1 saat öğütülüp 100 meşlik elekten geçirilmiştir. Litre ağırlığı 1450 g olarak ayarlanan sır, bisküvi pişirimi yapılmış akçini plakalar üzerine akıtma yöntemiyle uygulanmış, 1000 ºC'de de sırlı pişirim gerçekleştirilmiştir.

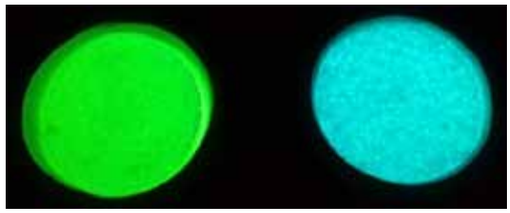
Sırlı pişirim sonrasında;

49 g düşük ergime sıcaklıklı firit, 1g yıkanmış Uşak kaoleni, 0,1 g karboksil metil selüloz (CMC), 50 g su ile 100 g farklı çaplarda bilye içeren değirmende 40 dk. öğütülmüştür. Daha sonra % 10 oranında kuru karıştırma ve katı hal sinterleme yoluyla hazırlanmış sarımsı–yeşil ve mavimsi yeşil fosfor ışıl pigmentler her bir seride ayrı ayrı ilave edilerek 10 dk. daha öğütme işlemine devam edilmiştir. Hazırlanan sulu karışımlar daha önceden sırlı pişirimi yapılmış

dairesel formdaki numuneler üzerine uygulanarak 800 ºC'de sır üstü dekor pişirimi sağlanmıştır. Son aşamada ise yukarıda belirtilen oranlara bağlı kalınarak aynı şekilde hazırlanan dekor sırı 12x18 boyutlarındaki plakalar üzerine ipek baskı (serigrafi) ile uygulanıp yine 800 ºC'de pişirilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Üzerinde çalışılan her iki fosfor ışıl pigmentin karanlıkta sergiledikleri görünüm Görsel 1'de sunulmuştur.



Görsel 1. Sinterleme sonrası, öğütme öncesi sarımsı–yeşil ve mavimsi–yeşil fosfor ışıl pigmentlerin karanlıktaki görünümleri.

Sarımsı–yeşil ve mavimsi–yeşil fosfor ışıl pigment içeren dekor sırıyla kaplı dairesel numunelerin aydınlık ve karanlık görüntüleri sırasıyla Görsel 2 ve 3'ten takip edilebilir.

(a) **(b)**

Görsel 2. Sarımsı–yeşil fosfor ışıl pigment içeren dekor sırıyla kaplı dairesel numunelerin (a) aydınlık ve (b) karanlık görüntüleri.

(a) **(b)**

Görsel 3. Mavimsi–yeşil fosfor ışıl pigment içeren dekor sırıyla kaplı dairesel numunelerin (a) aydınlık ve (b) karanlık görüntüleri.

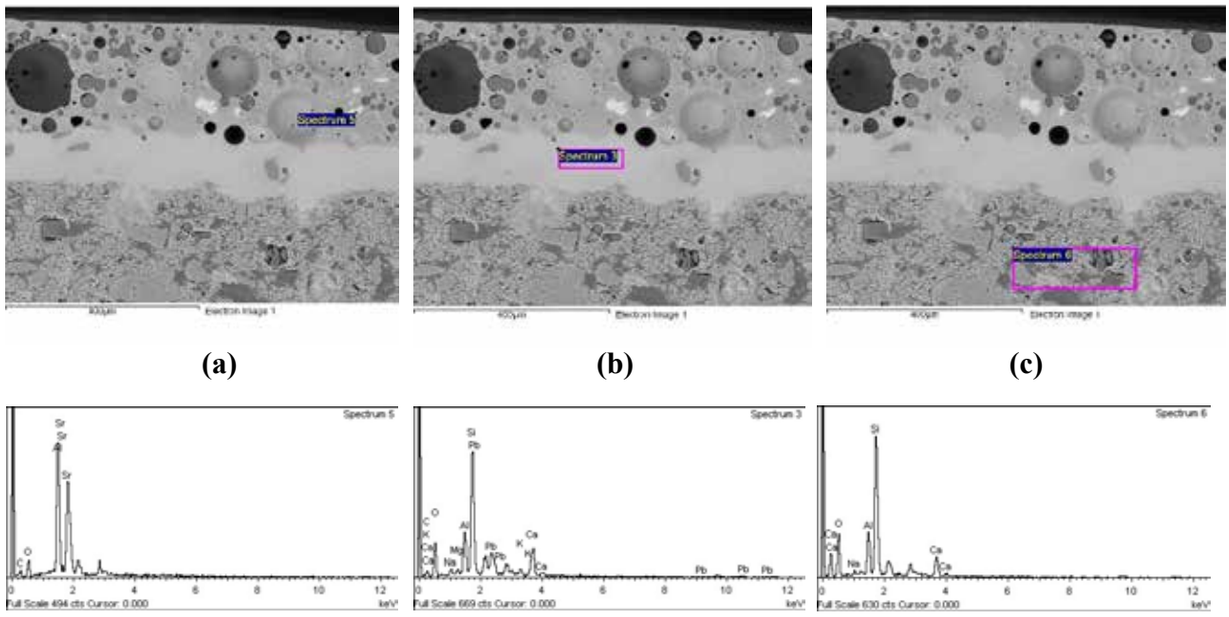
Görsel 4, düz, fosfor ışıl pigment içeren dekor sırıyla kaplı ve pişirim sonrası krakle (ince çatlaklı) dokuya sahip akçini plakaların aydınlık ve karanlık görüntülerini vermektedir.

(a) **(b)**

Görsel 4. Sarımsı–yeşil ve mavimsi–yeşil fosfor ışıl pigment içeren dekor sırıyla kaplı dikdörtgen plakaların (a) aydınlık ve (b) karanlık görüntüleri.

Daha önce yapılan çalışmalarda detaylı bir biçimde incelen, sonrasında ticari hale gelen sarımsı–yeşil ve mavimsi–yeşil pigmentlerin sırasıyla ~ 520 nm ve ~ 490 nm dalga boyunda yayınım sergiledikleri görülmüştür. Gerçekleştirilen x–ışını kırınım (XRD) analizleriyle sarımsı–yeşil pigmentte, stronsiyum alüminat sisteminde yeşil–yayınım sağlayan $SrAl_2O_4$ kristalinin yapıda ana kristal olarak yer aldığı, ayrıca az miktarda $Sr_3Al_2O_6$, $SrAl_4O_4$, Sr_3Al_2(Eu, Dy, Y)$O_{7.5}$, $Sr4Al_{14}O_{25}$, Al_5(Eu, Dy, Y)O_{12} ve (Eu, Dy, Y)AlO_3 fazlarının da mevcut oldukları görülmüştür. Mavimsi–yeşil pigmentin XRD sonuçları incelendiğinde de, stronsiyum alüminat sisteminde mavimsi–yeşil bölgede yayınıma olanak sağlayan $Sr_4Al_{14}O_{25}$ fazın yapıda ana kristal, $SrAl_4O_7$ ve $SrAl_{12}O_{19}$ ise ikincil fazlar oldukları belirlenmiştir [24].

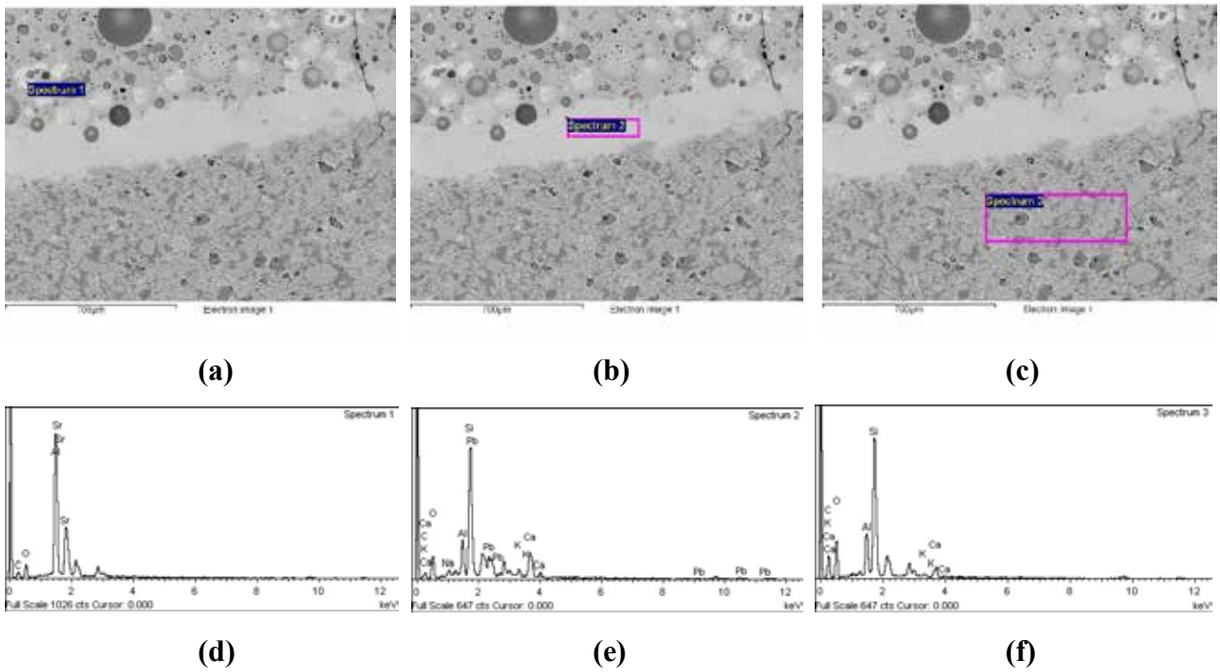
Her iki grup pigmentli dekor sırı kaplaması sonucu elde edilen dairesel numuneler üzerinde ZEISS SUPRA 50 VP SEM (taramalı elektron mikroskobu) ve OXFORD marka EDX (enerji saçınımlı x–ışını) detektörüyle mikro–yapı analizleri gerçekleştirilmiştir Görsel 5-6.



(a) **(b)** **(c)**

(d) **(e)** **(f)**

Görsel 5. Sarımsı–yeşil fosfor ışıl pigment içeren dekor sırlı dairesel nunumelerin kesit alanlarının SEM ve EDX görüntüleri. (a ve d) dekor sırından, (b ve e) dekor altı şeffaf sırdan ve (c ve f) bünyeden.



Görsel 6. Mavimsi–yeşil fosfor ışıl pigment içeren dekor sırlı dairesel nunumelerin kesit alanlarının SEM ve EDX görüntüleri. (a ve d) dekor sırından, (b ve e) dekor altı şeffaf sırdan ve (c ve f) bünyeden.

EDX sonuçları x–ışını analizlerini teyit ederek gerek sarımsı–yeşil gerekse mavimsi–yeşil fosfor ışıl pigment içeren dekor sırında ana fazların stronsiyum alüminat olduğunu göstermektedir. Bünyeyi örten şeffaf toprak ürün sırı kurşun, alkali ve bor içermektedir. Bünye bileşiminde de silika, alümina, potasyum oksit ve kalsiyum oksit tespit edilmiştir.

SONUÇ

Daha önceden endüstriyel koşullarda duvar karosu vetroza uygulamalarında başarılı bir biçimde kullanılabilirlikleri teyit edilen fosfor ışıl pigmentlerin benzer şekilde sırlı akçini bünye yüzeylerinde sır üstü dekor çalışmalarında da sorunsuz ve başarılı bir biçimde değerlendirilebilecekleri görülmüştür. Yüzey dokusu değiştirilerek sayısız ve albenisi çok yüksek eserlerin elde edilebileceği böylece sanat eserlerinde yeni akımların geliştirilebileceği tavsiye edilmektedir.

TEŞEKKÜR

SEM, EDX ve ısı mikroskobu ölçümleri için Seramik Araştırma Merkezi'ne ve değerli çalışanları Sayın Malzeme Mühendisi Pervin Dağ ve Sayın Tekniker Mustafa Çobancı'ya teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

[1] Peters, L., *Surface Decoration for Low–Fire Ceramics*, Lark Books, Asheville, North Carolina, p. 13–14, 1999.

[2] Conrad, J. W., *Advanced Ceramic Manual Technical Data for the Studio Potter*, Falcon Company–Publishers, San Diego, CA2007, p. 41.

[3] Scott, D., *Clays and Glazes in Studio Ceramics*, The Crowood Press, p. 2, 1998.

[4] Zakin, R., *Ceramics Mastering the Crafts 2nd Edition*, Krause Publication, 27–29, USA, 2001.

[5] Arcasoy, A., *Seramik Teknolojisi*, Marmara Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik Anasanat Dalı Yayınları, No:1, s.116, 1983.

[6] Denis, G., Deniard, P., Rocquefelte, X., Benabdesselam, M., Jobic, S., The Thermally Connected Traps Model Applied to the Thermoluminescence of Eu^{2+} Doped $Ba_{13-x}Al_{22-2x}Si_{10+2x}O_{66}$ Materials (x ~ 0.6), Optical Materials, 32, 941–945, 2010.

[7] Karasu, B., Özkara, Ö., Cam ve Seramik Sanayiinde Kullanılan Fosfor Esaslı Malzemeler, Metalürji, TMMOB Metalürji Mühendisleri Odası, Vol. 23, Sayı/No:121, 28–32, 1999.

[8] Karasu, B., Kaya, G., Özkara, Ö., *Tuğla ve Çatı Kiremitlerinin Fosfor Işıldamalı Sırlarla Kaplanması*, II. Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 108–113, 2002.

[9] Karasu, B., Kaya, G. ve Özkara, Ö., *Fosfor Esaslı Boyaların Çeşitli Seramik Sırlarında Kullanımı,* Anadolu Üniversitesi, Araştırma Fonu Yüksek Lisans Proje Son Raporu, 2002.

[10] Karasu, B., ve Kaya, G., *Flüoresans Özellikli Sır Kompozisyonlarının Geliştirilmesi*, TÜBİTAK Seramik Araştırma Merkezi (SAM), P/2001–03, Proje Son Raporu, 2002.

[11] Karasu, B., Kısacık, Y., Kaya, G., Uçar, T., Toplutepe, N. Ö., *Sarımsı–Yeşil Renkli Fosforlu Pigmentlerin Üretiminde Süreç Parametrelerinin İyileştirilmesi*, III. Uluslararası Katılımlı Seramik, Cam, Emaye, Sır ve Boya Semineri (SERES 2005) Bildiriler Kitabı, Eskişehir, 767–771, 2005.

[12] Karasu, B., Kaya, G., Kısacık, Y., *Uzun Işıma Süreli Fosforesans Özelliğe Sahip $SrAl_2O_4:Eu^{+2}$, Dy^{+3} Sisteminde Pigment Üretimi*, III. Uluslararası Katılımlı Seramik, Cam, Emaye, Sır ve Boya Semineri (SERES 2005) Bildiriler Kitabı, Eskişehir, 750–756, 2005.

[13] Karasu, B., Kaya, G., Kibici, A., *Uzun Işıldama Süresine Sahip Mavi ve Mavimsi-Mor Renkli Fosforesans Tozların Üretimi*, 6. Uluslararası Katılımlı Seramik Kongresi Bildiriler Kitabı, Sakarya, Türk Seramik Derneği, 272–276, 2006.

[14] Kaya, Y. S., Karasu, B., Karacaoğlu E., *General Review of Application of Phosphorescence Pigments in Ceramic Industry*, the Proceedings of SERES'09 I. International, Ceramic, Glass, Porcelain Enamel, Glaze and Pigment Congress, Eskişehir, 608–616, 2009.

[15] Yeşilay, S., Karasu, B. ve Karacaoğlu, E., *$SrAl_2O_4$: Eu^{+2}, Dy^{+3} Sisteminde Mavimsi–Yeşil ve Sarımsı–Yeşil Fosforların Üretimi ve Karakterizasyonu*, III. Lüminensans Dozimetri Kongresi Bildiri Özetleri Kitapçığı, Bodrum, 15, 2009.

[16] Kaya, Yesilay, S., Karasu, B., Kaya, G., Karacaoglu, E., Influences of Eu^{+3} and Dy^{+3} Contents on the Properties of Long Afterglow Strontium Aluminate Phosphors, Advances in Science and Technology, Vol. 62, 88–94, 2010.

[17] Kaya, Yesilay, S., Karasu, B., Kaya, G., Karacaoglu, E., Effects of Firing Temperature and Time on the Luminescency of Phosphors in Strontium Aluminate System Co–Doped by Eu_2O_3 and Dy_2O_3 and Prepared by Solid State Reaction Processing, Advances in Science and Technology, Vol. 62, 82–87, 2010.

[18] Karasu, B., Kaya, Yesilay, S., Karacaoğlu, E., Çakı, M., Özel, E., Kaya, G., *Fosforesans Özelliğe Sahip Mavimsi–Yeşil, Sarımsı–Yeşil Pigmentlerin Üretimi ve III. Pişirim (Dekor Pişirimi) Duvar Karosu Sırlarında ve Vetroza Uygulamalarında Kullanımı,* TÜBİTAK 1001 Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projelerini Destekleme Programı, 108M464, Proje Son Raporu, 2010.

[19] Kaya, Yeşilay, S., Karasu, B. ve Karacaoğlu, E., *Camlarda Fosforesans Pigment Uygulamaları*, Camgeran 2010 Uluslararası Katılımlı Uygulamalı Cam Sempozyumu Bildiri Kitabı, Eskişehir, 41–44, 2010.

[20] Kaya, Yesilay, S., Karasu, B., Karacaoglu, E., *The Effects of Boron Oxide Content on the Phosphorescence Mechanism of Strontium Aluminate Phosphors*, Proceeding of the 15th International Metallurgy and Materials Congress, İstanbul, 2140–2146, 2010.

[21] Karacaoglu, E., Kaya, Yesilay, S., Karasu, B., Kaya, G., *The Synthesis of Violet Emitting Long Afterglow Calcium Aluminate Phosphors and Their Luminescence Properties*, Abstract Book of ECerS XII, XII. Conference and Exhibition of the European Ceramic Society, Stockholm, Sweden, 2011.

[22] Unal, A., Karasu. B., Kaya, Yesilay, S., *Synthesis and Characterization of Blue Long Afterglow Strontium Silicate Phosphors and Luminescence Properties*, Abstract Book of ECerS XII, XII. Conference and Exhibition of the European Ceramic Society, Stockholm, Sweden, 2011.

[23] Karasu, B., *Inorganic Phosphorescent Pigments in Glass Applications*, Abstract Book of SERES'11 II. International, Ceramic, Glass, Porcelain Enamel, Glaze and Pigment Congr*ess*, Eskişehir, 2011.

[24] Kaya, Yeşilay, S., Karasu, B., Mavimsi–Yeşil ve Sarımsı–Yeşil Fosforesans Pigmentlerin Üretimi, Duvar Karosu Vetroza Uygulamalarında Kullanımı, Seramik Türkiye Dergisi, Seramik Federasyonu, No:35, Ocak–Mart Sayısı, 128–134, 2011.

[25] El Kazazz, H., Karacaoglu, E., Karasu, B. and Agatekin, M., Production of Violet–Blue Emitting Phosphors via Solid State Reaction and Their Uses in Outdoor Glass Fountain, Journal of American Science, 7 (12), 998–1004, 2011.

[26] Kaya, Yeşilay, S., Karasu, B., Process Parameters Determination of Phosphorescent Pigment Added, Frit–Based Wall Tiles Vetrosa Decorations, Ceramics International, Vol. 38, Issue 4, 2757–2766, May 2012.

[27] Kaya, Yeşilay, S. and Karasu, B., Glass and Ceramics with Phosphorescent Ability, Ceramics Technical, No: 34, 94–99, May 2012.

[28] Kaya, Yeşilay, S., Karacaoglu, E. and Karasu, B., Effect of Al/Sr Ratio on the Luminescence Properties of $SrAl_2O_4$: Eu^{2+}, Dy^{3+} Phosphors, Ceramics International, Vol. 38, Issue 5, 3701–3706, July 2012.

[29] Kaya, Yesilay, S., Karacaoglu, E. and Karasu, B., Particle Size Influence of Starting Batches on the Phosphorescence Behavior of $Sr_4Al_{14}O_{25}$ Based Bluish–Green Phosphors, Advances in Applied Ceramics: Structural, Functional and Bioceramics, Vol. 111, No:7, 393–397, 2012.

[30] El Kazazz, H., Karacaoğlu, E., Karasu, B. and Ağatekin, M., Production of Pr_6O_{11}–Doped $SrAl_2O_4:Eu^{2+}$, Dy^{3+}, Y^{3+} Yellowish–Green Phosphors and Their Usage in Artistic Glasses, Anadolu University, Journal of Science and Technology A, Applied Sciences and Engineering, Vol. 13, No: 2, 81–87, 2012.

[31] Karacaoglu E., Karasu, B., *Investigations on Luminescence Characteristics and Influence of Co-doping Different Rare Earth Ions of Bright White Long-Afterglow Phosphorescent Pigments*, IntertechPira's 10th Annual Phosphor Global Summit, Arizona, USA, March 2012.

[32] Karacaoğlu, E., Karasu, B., *General Review on the Persistent Luminescence Phosphors in Türkiye and the World*, Abstract Book of Paint İstanbul Fair and Congress, p. 93, 2012.

[33] Karasu, B., *Türkiyede Fosforesans Pigmentlerin Gelişimi*, VIII. Uluslararası Katılımlı Seramik Kongresi, Afyonkarahisar, Kasım 2012.

[34] Karacaoglu, E. and Karasu, B., The Effects of Re-Firing Process under Oxidizing Atmosphere and Temperatures on the Properties of Strontium Aluminate Phosphors, Mater. Research Bull., 48, 10, 3702–3706, 2013.

[35] Karasu, B., *Geleneksel Seramiklerde Kullanım Potansiyeline Sahip İnorganik Esaslı Fosfor Işıldamalı Pigmentler*, VII. Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Eskişehir, 305–321, 2013.

[36] Karasu, B., *Inorganic Phosphorescent Pigments for the Usage on the Surfaces of Ceramics, Glasses and Metals*, Abstract Book of International Conference on Traditional and Advanced Ceramics 2013 (ICTA2013) in conjunction with ASEAN Ceramics 2013, Bangkok, Thailand, p. 23, 2013.

[37] Karasu, B., *Kırmızı ve Tonlarında Fosfor Işıldama Yeteneğine Sahip İnorganik Pigmentlerin Geliştirilmesi, Pilot Çapta Üretimi, Seramik, Cam ve Metal Sektörlerinde Değerlendirilmesi*, T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Sanayi Araştırma ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, San-Tez Projesi, 00857.STZ.2011–1, Proje Son Raporu, 2013.

[38] Karasu, B., *Beyaz Işıldamalı İnorganik Esaslı Fosforesans Pigmentlerin Üretimi, Seramik ve Camlarda Kullanımı*, KOSGEB Araştırma–Geliştirme, İnovasyon ve Endüstriyel Uygulama Destek Programı Projesi, Proje Son Raporu, 2013.

[39] Karasu, B., Aksoy, T., Yastı, Yalçın, Ş., *Kırmızı Fosfor Işıldaması Sergileyen Farklı Sistem Pigmentlerinin Kullanım Performanslarının Arttırılması*, VIII. Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu, 141–152, 2014.

[40] Karasu, B., Aksoy, T., Kırmızı Fosforesans Işıldama Sergileyen Pigmentler (I), ESO Dergi, Eskişehir Sanayi Odası (ESO), Yıl 3, Sayı 6, 82–86, 2014.

[41] Karasu, B., Aksoy, T., Kırmızı Fosforesans Işıldama Sergileyen Pigmentler (II), ESO Dergi, Eskişehir Sanayi Odası (ESO), Yıl 3, Sayı 8, 94–97, 2014.

[42] Karacaoglu, E., Karasu, B., Ozturk, E., Investigations on Luminescence Characteristics and Influence of Doping and Co–Doping Different Rare Earth Ions of White Phosphorescence Materials Having Different Luminescent Centers, Periodical of

Advances in Science and Technology, 13th International Ceramics Congress–Part D, Vol. 90, 133–40, 2014.

[43] Karasu, B., Aksoy T., Yastı Yalçın Ş., *Çeşitli Oksit Esaslı Sistemlerde Kırmızı Fosfor Işıllığa Sahip Uzun Işıldama Süreli İnorganik Pigmentlerin Geliştirilmesi*, Anadolu Üniversitesi, Yayın ve Araştırma Teşvik Projesi, 1306F209, Proje Son Raporu, 2014.

[44] Karacaoglu, E. and Karasu, B., The Effects of Different Activators and Sintering Atmosphere on the Luminescence Properties of Akermanite Type Phosphors, Indian Journal of Chemistry Section A (IJCA), Vol 54A, 1394–1401, 2015.

[45] Karasu, B., Yeşilay, S., Karacaoğlu, E., Çakır, A., Beyaz Fosforesans Işıldama Sergileyen Pigmentler, Seramik Türkiye Bilim Teknik ve Endüstri Dergisi, Seramik Federasyonu, Eylül-Aralık Sayısı, 112–121, 2015.

[46] Pekkan, K., Gün, Y., Taşçı, E., Karasu B., *Mavimsi–Yeşil ve Sarımsı–Yeşil Fosforesans Pigmentlerin Çini Sırında Değerlendirilmesi*, IX. Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 249–259, 2015.

[47] Karasu, B., *Beyaz Yayınım Yapan Fosfor Işıldarların Işıma Şiddet ve Sürelerinin Arttırılması*, Anadolu Üniversitesi, Yayın ve Araştırma Teşvik Projesi, 1404F153, Proje Son Raporu, 2015.

[48] Karasu, B., *Stronsiyum Alüminat ($SrAl_2O_4$) Sisteminde, Karanlıkta Sarımsı–Yeşil Renkte Uzun Süreli Işıldama Özelliğine Sahip Fosforesans Pigmentler*, Ulusal Patent Numarası: TR 2011 05883 B, 2015.

[49] Karasu, B., *Stronsiyum Alüminat ($Sr_4Al_{14}O_{25}$) Sisteminde, Karanlıkta Mavimsi–Yeşil Renkte Uzun Süreli Işıldama Özelliğine Sahip Fosforesans Pigmentler*, Ulusal Patent Numarası: TR 2011 05879 B, 2015.

[50] Karasu, B., *Kalsiyum Alüminat ($CaAl_2O_4$) Sisteminde, Karanlıkta Mor (Eflatun)/Mor–Mavi Renkte Uzun Süreli Işıldama Özelliğine Sahip Fosforesans Pigmentler*, Ulusal Patent Numarası: TR 2011 05980 B, 2015.

[51] Karasu, B., *Düşük Sıcaklıkta Ergiyen, Fosforesans Pigmentlerle de Kullanılabilirlik Özelliğine Sahip Şeffaf Vetroza Firiti*, Ulusal Patent Numarası: TR 2011 05981 B, 2015.

[52] Pekkan, K., Gün, Y., Taşçı, E., Karasu B., *Effects of the Physical Properties of Phosphorescent Glazes on Luminescence*, Proceeding Book of the X. International Eskişehir Terracotta Symposium, 633–639, 2016.

[53] Özer, M. S., Karasu, B., Yeprem, A., *Synthesis of $SrAl_2O_4:Eu^{2+}$, Dy^{3+} Phosphorescent Pigments via Combustion Assisted Sol–Gel Method*, Abstract Book of International Conference on Traditional and Advanced Ceramics 2017 (ICTA2017) in conjunction with ASEAN Ceramics 2017, Bangkok, Thailand, 2017.

[54] Pekkan, K., Gün,Y., Kaymak, K., Taşçı, E., Karasu, B., Farklı Renk Veren Fosfor Işıl Pigmentler Açısından Düşük Sıcaklık Sır Bileşimlerinin Belirlenip Çini Bünyelerde Uygulanması, Şişe Cam Teknik Bülten, Eylül 2017 (basımda).

[55] Karasu B., Özer, M. S., *Sarımsı Yeşil Fosfor Işıl Pigmentin Sol Jel Yöntemiyle Sentezi, Üretimi, Karakterizasyonu ve Katı Hal Metoduyla Elde Edilen Pigmentle Karşılaştırılması*, Anadolu Üniversitesi, Yayın ve Araştırma Teşvik Projesi, 1605F341, Proje Son Raporu, 2017.

[56] Pekkan, K., Taşcı, E., Gün, Y., Kaymak, K., Acer, O., Karasu B., *Fosforesans Pigmentler için Çini Sırı Geliştirilmesi, Üretimi ve İlgili Bünyeler Üzerine Uygulanması*, TÜBİTAK 3001 Projesi, 114M135, Proje Son Raporu, 2017.

[57] William, M. Y. and Marvin, J. W., *Inorganic Phosphors: Compositions, Preparation and Optical Properties*, The CRC Press Laser and Optical Science and Technology Series, p. 9, 2004.

[58] Bem, D.Y., Luyt, A. S. and Dejene, F. B., Structural, Luminescent and Thermal Properties of Blue $SrAl_2O_4:Eu^{2+}$, Dy^{3+} Phosphor Filled Low–Density Polyethylene Composites, Physica B 404, 4504–4508, 2009.

[59] Luitel, H., Watari, T., Torikai T. and Yada, M., Effects of Particle Size and Type of Alumina on the Morphology and Photoluminescence Properties of $Sr_4Al_{14}O_{25}$: Eu^{2+} Dy^{3+} Phosphor, Research Letters in Material Science, 1–4, 2009.

BRICKS AND ROOF TILES

Ezgi AKKAŞOĞLU, Bekir KARASU

Anadolu University, Department of Materials Science and Engineering, Eskişehir/TURKIYE

ABSTRACT

The history of brick and roof tile used by mankind as first building material is continuing from ancient times, when bricks were produced in the buildings in which they were to be placed. The construction of the mentioned products was carried out with tablets formed by drying clays in the river basins where alluvial soils were found. In this article, a look is given to the journey of bricks and roofing tiles having an important place in human life, and the stages through which they have undergone from the past to present.

Keywords: Brick, Tile, History, Development.

1. INTRODUCTION

Bricks and roof tiles possessing an important place in human history [1] carry on maintaining their popularity with their improved visual aspects and functional features. The first place where the brick was used was the lower parts of the Nile River and the Euphrates/Tigris River basins in Mesopotamia (Figure 1). According to the researches made, the moulded clay tablets and reliefs in these regions were discovered to belong 13000 BC. That is to say, brick production began 15000 years ago [2].

(a) **(b)**

Figure 1. (a) Ancient settlements along the Nile [3] and (b) the Tigris Rivers [4].

The first production of fired bricks in industrial sense was in 4. century BC, corresponding to the construction of the Babylon Tower being an important symbol in terms of brick production and industry (Figure 2). Historians have calculated that 85 million bricks were placed in this tower. With the present technology this amount of bricks can be produced by 5–6 modern factories within 1 year time. Such a fact emphasis that the bricks of Babel Tower have an important value in technological term [5].

Figure 2. The Babylon Tower [6].

The bricks and their production in Mesopotamia had been developed by Assyrian, Persian, Sassanian and Islamic cultures and carried to various dimensions, then, spread to Anatolia and afterwards to Europe. While the use of fired bricks was continued, the need for roofing material was revealed. This requirement was fulfilled in 4th century BC with concave roof tiles still being in use today. These tiles were made by Chorint, beating and ramming pastes and converting them thicker and larger products. Over time, the Greeks developed their size differences and began to use their Greek tiles. Later, the Romans took over the Greek tiles and developed new, rounder and smaller sized products. As a result, tiles similar to the Ottoman ones were made and begun to be employed in constructions. Romans gave the first standards to bricks and tiles. It was aimed to overcome drying and firing problems occurred due to thickness, so that the first research activities were started. Consequently, thinner and more strengthened materials had been achieved. Therefore, trade of bricks and tiles had also been developed. When the time passes, the use of bricks and tiles in Spain, England, France, Belgium and Germany became widespread [7].

In the 4th century BC the development of the brick and tile in Anatolia belongs to the Lydian followed by the Greeks and Byzantines. After the Byzantines, Seljuk highly improved products, especially demonstrating a unique architectural style with the use of stone and bricks (Figure 3).

(a) **(b)**

Figure 3. (a) The dome of Harakan [8] and (b) Sivas Divriği Mosque [9].

The Ottomans followed Seljuk and first standards for smaller roofing tiles and bigger bricks in size were applied. The bricks of Fatih Sultan Mehmet Period were produced in the

dimensions of 4.5 x 28 x 28 cm and those used in winches were made in thinner form. Floor bricks of 25 x 25 cm in size were square or hexagonal with the diameters changing from 30 to 60 cm. At that time, the production and products being out of regulations were strictly prohibited and severe punishments were given [10].

(a) **(b)**

Figure 4. (a) Topkapı Palace [11] and (b) Mihrimâh Sultan Mosque [12].

There has been no significant development from this period to the industrial revolution. The improvements have accelerated with the industrial revolution. In addition, the relevant sector started to produce roof tiles thanks to the invention of spiral forming presses. Since then, Hoffman and tunnel–type furnaces were introduced, resulting in more production with less raw material and energy consumption. Moreover, passing from raw material preparation by screening to such a preparation by grinding machines, moving from slip tanks where clays were mixed with water to silos, replacing wooden moulds by gypsum and metal–made ones became all the new experiences. Artificial drying of roof tiles in ovens instead of drying with natural methods, for firing the use of the furnaces heated with coal, the speed–up works on standardization and widespread uses of easily and cheaply produced bricks and roof tiles are also noteworthy innovations [7].

2. BRICK AND TILE PRODUCTION

The main production steps of brick and roofing tile can be listed as follows:

- Mixture Preparation
- Shaping
- Drying
- Firing
- Packaging and Transportation

Mixture Preparation: the first step in the production of bricks and roof tiles is to prepare the mixture, to select the raw materials used and to make them suitable for shaping. Clays are usually found as moisturised and plastic character, sometimes dry and powdery, sometimes rocky origin [13].

(a) **(b)**

Figure 5. (a) Clay mine and (b) clay-crushing machine [14].

Clay obtained from nature and brought to production places require to have suitable properties in terms of both size and chemical composition and for processability needs to undergo a serial of pre–treatment. Raw materials must be homogeneous, thoroughly crumbled for satisfactory plasticity and have cohesion properties. For these purposes large stones and wastes are eliminated by various machines (stone separator, roller mill, edge mill, etc.) and ground to desired particle sizes [14]. In addition, to obtain homogeneous clay dough, the clay should be crushed and mixed with sufficient amount of water. This process is followed by relaxation, which is an important stage affecting the quality of material to be produced. Due to their thixotropic properties kneaded clay mud gains strength during relaxation and then becomes ready for plastic forming process [13].

Figure 6. Clay slurry [16].

Shaping: at the end of raw material preparation stage, the dough is ready for shaping by different methods. The moulding process is generally preferred in the production of blend bricks. Raw materials mixture prepared by extrusion take the form of roofing tiles by means of various types and sized presses. The clay prepared with this method is removed from the mould with the help of an infinite screw and a certain pressure. The air content of prepared raw material sent to the machine is removed and plasticity is achieved by vacuum method (14–16 atu). The raw material pushed by means of the spirals takes the shape of two dimensions with the flier and leaves the vacuum press as infinite band [15].

Figure 7. Extrusion machine [17].

Rotating is mostly employed in the production of flower pots and earthenware jugs, while pressing is used for making roofing tiles. During the pouring process, the clay is suspended and the dispersant (deflocculant) is added. The steady–state suspension is slowly poured into plaster moulds. The gypsum absorbs the water and clay particles stick to the inner walls of the moulds. Sanitary wares (washbasin sinks, etc.) and teapots are shaped by this method.

Drying: it is the process of removing water from the body by different methods and applied as naturally and artificially. Natural drying is a system used very intensively in our country and based on the principle of utilizing atmospheric heat. Artificial drying is accomplished by increasing the heat and air movement with additional energy without using natural conditions. The free water present in the clayey material is removed by applying high vapour pressure and low temperature and towards the end of drying, by giving low vapour pressure and high temperature in drying chambers or tunnel drying ovens [18].

(a) **(b)**

Figure 8. (a) Natural and (b) artificial drying [19].

Firing: it is the final stage of brick and roofing tile production. At the drying stage the clay loses its free and subsequently absorbed water contents and shrinks. During firing, the clay is exposed to chemical reactions. At around 300 °C the organic materials are completely burned out and the molecular water is removed at 450–650 °C. This new material formed by firing clay paste at between 850–1000 °C is a hard, durable, dimensionally stable and coloured product [13]. Firing stages are:

- Loading
- Heating
- Firing
- Cooling
- Unloading

Furnaces for industrial firing are [20]:

Discontinuously Working Ovens

a) Direct Flame Furnaces

1- Sahara oven
2- Black oven, two–storey square oven
3- Domed furnace
4- Kassel oven
5- Bovezi oven
6- Round oven
7- Bell oven

b) Indirect Flaming Ovens

1- Domed round oven
2- Enveloped oven
3- Electrically–heated oven

Continuously Operating Ovens

a) Ovens with Mobile Firing Zone

1- Hoffman oven
2- Gallery oven
3- Zig–Zag oven

b) Ovens with Static Firing Zone

1- Tunnel oven
a) Flat tunnel oven
b) Arch tunnel oven
c) Enveloped tunnel oven

The firing process is usually carried out in our country with Hoffman and tunnel kilns. Oven is in circular vault form. Flames move and products remain steady. Furnaces use the heat supplied by fuel efficiently and have very high production capacity and speed. Combustion occurs just above the objects, so that air moving in the furnace gains heat from the products as a result of interferences between them improving firing effectiveness. These are the most important advantages provided by that kind of furnace. Fuel is sprayed from the holes on the top of the furnace, and as the firing continues the spraying runs along the holes. Generally coal and other suitable solid fuels are used. Liquid ones are rarely preferred [13].

Packaging and Transportation: After firing, the products taken from the ovens are cooled down and sent to the desired places. In the process of transportation, trucks are usually used and the products are loaded directly in front of the oven or oven wagons. In some factories, products are carried on palettes and packed with nylon or cardboard boxes.

3. TYPES OF ROOF TILES AND BRICKS

3.1. Types of Bricks

Depending on the application fields, bricks are classified as machinery, clinker and special types.

Machinery bricks: clay, clayey soils and sludge are separately blended and, if necessary, mixed with water, sand, ground brick and tile dust, shaped by hand or suitable tools, then

dried and generally fired in blends, and used in wall construction. They have smooth surfaces, sharp edges and no voids. Bricks are grouped as normal, block and modular ones according to the brick sizes, perforations, and solidity in terms of voids, unit weights and compressive strengths [19].

(a) (b) (c)

Figure 9. (a) Blend [20], (b) block [21] ve (c) modular bricks.

Clinker bricks: they are fired until becoming fully sintered and have high unit weight and compressive strength and possess frost resistance. Water absorption is relatively low (2–3 %). They are employed in walls remaining in water.

(a) (b)

Figure 10. Clinker bottom bricks, insulation bricks and heat transmission way, regardingly [23].

Special type bricks: they are pressed bricks produced in various shapes and sizes for the use of different details. They are grouped as special type, light–weight, insulation, polished, white and upholstery bricks. Light–weight ones produced with light–weight materials is light and high strength bricks. Insulation bricks (iso–bricks) lead to 50 % extension of the heat transfer path thanks to their astonishing curtain structures. Therefore, their heat holding capacity is very high. They protect the human body against sudden temperature changes. Moreover, since not containing humidity, the room humidity is regulated by them. Polished bricks are the ones whose surfaces are glazed and generally used for decoration purposes.

White bricks are made of sandy clays. Their pressure and frost resistance are high. Flooring bricks are porous and rex ones. Their usage purpose is to provide heat and sound insulation, to make the mould works more economical, and to obtain a flat ceiling view by hiding tendons.

(a) **(b)**

Figure 11. (a) Polished [19] and (b) ventilating bricks [24].

3.2. Types of Roofing Tiles

In our country fired clay adventure started with Turkish style roof tiles and is continued with Margaritas, Valencia, and Mediterranean, Torino, Venice, and Granada ones. Marseilles roof tiles are most commonly used. New products are constantly being investigated and new modelled products are emerging. Marseilles ones are highly followed by ridge roof ones. Turkish style roofing tile is the kind especially employed in the architecture of the Ottoman constructions, having the most deeply rooted past in the roof tile history. Today, the restoration of historical building roofs is made to preserve the original structure of constructions. They are tiled on each other. Thanks to its not–clamped structure it is a tile that can even create the toughest roof shapes and be aesthetically preferred [25].

(a) **(b)** **(c)**

Figure 12. (a) Turkish style, (b) Marseilles [25] and (c) Valencia roof tiles [26].

The Marseille roof tiles have become the industry's most preferred and sought components with their ease of use, reliable locking system to prevent water leaks, and strong structures resistant to the harshest natural conditions such as frosting and freezing. The Mediterranean roof tiles look like Marseille type ones in appearances and thanks to their special production technology and the second water drainage channels added to the docking section, they exhibit superior insulation characteristics compared to those in their class. Being produced by the most sophisticated technology in the industry gives them privilege to fulfil the insulation requirements perfectly in all conditions, even in heavy rainfall. Upper and side overlay and special water drainage channels provide Mediterranean roofing tiles superior insulation properties. The locking system supplied by the upper and side clamping channels results in a safe solution on the roof in terms of both mounting and insulation's points of view. The Granada tiles are known all over the world as the "Portuguese roof tiles" and carry the nostalgic atmosphere of the Ottoman architecture to roofs. When used at the appropriate slope, they provide effective, easy and long–lasting insulation on the roof in all weather

conditions. Because of their curved structure, when the channels of floors are completely closed they provide extra waterproofing [17].
The Valencian one is the small form of German "Frankfurten Pfanne" roof tile and brings a different look to the roofing art with its neo–classical appearance. The waves created when it is applied form an elegant harmony on the roofs. If widely used in the areas with heavy rainfall, it supplies extra water isolation. It is the most commonly used type in developed and heavy rainy countries like Germany in Europe. It locks on one another regularly and with its large rain surface that drains the water and extremely strong structure, protects the roofs even in stormy weather.

4. BRICKS AND ROOF TILES GLAZES

It is known that the ceramic and construction sectors in our country are parallel to each other. In the field of brick and tile, which is a branch of traditional ceramics, much progress has not been made until recently in terms of offering new alternatives as models and production techniques compared to other branches and recently some studies have been started to be able to catch up modern technology. Coloured glaze applications are preferred from the viewpoints of both the aesthetic appearance of final product and the improvement of mechanical and chemical properties [26].

4.1. Glazes for Bricks

Brick glazing is one of the easiest techniques to make one of the long narrow faces of fired brick to be covered with a single coloured glaze. The glaze used in this process consists of elaborately selected materials and its melts is tightly bonded to body during firing process [27–29]. Glaze is mainly made of frits produced by melting the mixture of clay, feldspar, calcium carbonate, suitable minerals and oxides. Colouring materials for glaze are usually oxides such as iron, copper, cobalt, manganese and chromium. The introduction of blue, green, white, black, grey, yellow and even red colours is possible into all ceramic glazes [30].

(a) **(b)**

Figure 13. (a) Glazed bricks and (b) a building covered with glazed bricks [31].

In the architecture, the glazed bricks being quite durable and placed on exterior faces of a building bring aesthetic beauties. Nowadays, with the development of new glaze compositions, exterior brick coatings with water–repellent properties reflecting the ultraviolet (UV) rays back feature of being breathable are made.

4.2. Glazes for Roofing Tiles

Traditionally, various production techniques are employed to form attractive and different colour effects in ceramic roofing tiles. In the first place, the ones well known for their selection and blending of coloured clays are produced in reddish orange and brown tones. Then, the colour range is expanded by thoroughly mixing natural oxides such as iron and manganese in the clay body batch according to the desired colour. The second one is glazing roof tiles with the widest colour range production method. This technique involves the application of a durable, inorganic coating that allows a wide range of colours and textures in roofing tiles. Glazed roofing tiles with colour permanence, durability and unique resistance to natural effects allow architects, builders or homeowners to create their own distinctive styles in homes or buildings [32].

Figure 14. Glazed roof tiles [33].

A wide variety of colour options can be applied to the surface of the tiles with glossy or matte finishes. Glazed roof tiles never fade or change their appearances [34]. They are resistant to external effects for a long time. Today, with the developing technology glazed roof tiles that are resistant to fungus and impermeable, and have mechanical strength are produced.

5. THE LATEST DEVELOPMENTS IN BRICKS AND TILES

5.1. The Studies on Bricks

Attempts to evaluate industrial wastes by recycling and making them environmentally friendly and economically utilized [35–36] and studies to give bricks new functions as a result of non–stop continuous developments are the main topics discussed recently. Electrolysis waste [37], red mud [38–39], sewage sludge [40], cigarette butts [41], foundry sand [42–43], rice husks [44–45], recycled paper [46–47] textile laundry sludge [48], river sediments [49–50], sugarcane bagasse ash waste [51], fly ash [52–54], pumice additive [55], coal mine wastes [56], copper tailing [57], waste marble powder [58–59], wood sawdust [60], waste pomace [61], wheat straw residues [62], industrial ceramic sludge [63], bio–briquette ash [64], waste glass [65], cement kiln dust [66], waste ferrochromium slag and zeolite [67] have been examined for their evaluation in brick production. Various investigations have been carried out on the use of other industrial branches and alternative raw materials in conventional brick initial blends and also on the recycling of brick wastes [68]: utilization of refractory brick wastes in concrete production as aggregates [69], effects of crushed clay brick aggregate on mortar durability [70], utilization of recycled brick powder as alternative filler in asphalt mixture [71], concrete production with recycled concrete aggregate and crushed clay bricks

[72], properties of partition wall blocks prepared with high percentages of recycled clay brick after exposure to elevated temperatures [73], investigation of using recycled powder from waste of clay bricks and cement solids in reactive powder concrete [74], recycling and utilization assessment of waste fired clay bricks (grog) with granulated blast–furnace slag for geopolymer production [75], permeability of recycled aggregate concrete containing fly ash and clay brick waste [76] are some of the highlights.

In addition, some studies are made within the scope of bringing new features to classical brick: stabilised unfired clay bricks for environmental and sustainable use [77], investigation of clay bricks for storage facilities of radioactive–wastage [78], durability of self–cleaning TiO_2 coatings on fired clay brick façades: effects of UV exposure and wet and dry cycles [79], synthesis of sol–gel titania bactericide coatings on adobe brick [80], the influence of natural reinforcement fibres, gypsum and cement on compressive strength of earth bricks materials [81], testing the effectiveness of protective coatings on traditional bricks [82], development of porous fired clay bricks with bio–based additives [83], the role of roughness and porosity on the self–cleaning and anti–biofouling efficiency of TiO_2–Cu and TiO_2–Ag nanocoatings applied on fired bricks [84] and preparation and photocatalytic properties of porous C and N co–doped TiO_2 deposited on brick by a fast, one–step microwave irradiation method [85] are just a few of titles of recent works. Other topics attracted widespread interests over the past years are the developments of light–weight bricks and geopolymeric bricks. Neural extension of experimental data to investigate using phosphogypsume in light brick production [86], use of fly ash in production of light–weight building bricks [87], possibility of producing lightweight, heat insulating bricks from pumice and $H_3PO_4^-$ or NH_4NO_3–hardened molasses binder [88], lightweight bricks manufactured from water treatment sludge and rice husks [89], the recovery of Zn and Pb and the manufacture of lightweight bricks from zinc smelting slag and clay [90], reuse of recycle paper mill waste in energy absorbing light weight bricks [91], mechanical properties of expanded polystyrene lightweight aggregate concrete and brick [92], assessment of olive mill solid residue (pomace) as an additive in lightweight brick production [93], mechanical behaviour of an assembly of wood–geopolymer–earth bricks [94], utilization of cement kiln dust (CKD) to enhance mine tailings–based geopolymer bricks [95], mechanical performances of weathered coal fly ash based geopolymer bricks [96] are the topics covered in this context.

5.2. Roofing Tile Studies

As in the case of bricks, many researches have been carried out on the evaluation of various wastes in roof tile body compositions and they are still being continued: recycling PC and TV waste glass in clay bricks and roof tiles [97], effects of natural weathering on microstructure and mineral composition of cementitious roofing tiles reinforced with fique fibre [98], the use of pumice (pumicite) in transparent roof tile glaze composition [99] are the studies to be mentioned in this context. Roof tile wastes are also recycled: characterization of ceramic roof tile wastes as puzzolanic admixture [100], the use of fired roof tile and brick wastes in stoneware bodies as alternative raw materials [101], and self–compacting concrete with recycled traditional roof tile powder [102] are just a few works to be mentioned for this group. Additionally, some studies have been made within the scope of bringing new features to the classical roof tiles: coating of roof tiles with phosphorescent glazes [103–104], smart optically

active VO_2 nanostructured layers applied in roof–type ceramic tiles for energy efficiency [105], aging of roof coatings. solar reflectance stability according to their morphological characteristics [106], new red–shade environmental–friendly multifunctional pigment based on Tb and Fe doped $Y_2Zr_2O_7$ for ceramic applications and cool roof coatings [107], effects of roof tile permeability on the thermal performance of ventilated roofs [108], new type of photovoltaic module ıntegrated with roofing material (highly fire–resistant PV tile) [109], photovoltaic roofing [110], low cost photovoltaic roof tile [111], improvement of the water resistance in the integration of photovoltaic panels on traditional roofs [112], influence of firing temperature on frost resistance of roofing tiles [113], a procedure to evaluate the resistance to biological colonization as a characteristic for product quality of ceramic roofing tiles [114], performance of anti–solar insulated roof system [115], all–ceramic solar collector and all–ceramic solar roof [116] are amongst the main study headings. Other topics recently attracted researchers attention in terms of roof tiles are: solar heat flux reduction through roof using porous insulation layer [117], the vapour diffusion resistance and air permanence of masonry and roofing systems [118], an experimental study on airflow in the cavity of a ventilated roof [119], weathering of roofing materials [120], relationship between certain ceramic roofing tile characteristics and bio deterioration [121], roofing materials and roof surface colour: their influence on indoor thermal comfort in warm humid climates [122], the role of components, benefits, limitations and trends [123], frost damage of roof tiles [124], comparison of different roof types in housing projects in Turkey [125], and study of passive evaporative cooling technique on water–retaining roof brick [126] are some examples.

CONCLUSION

Sheltering being one of the indispensable elements of human daily life brings the needs of widespread brick and roof tile uses. The technological advances taking place always keep the popularity of such new, more functional and low cost materials. With the better life quality we get used to, the relevant materials of higher quality and extra functions will continue to be among the top priorities of everyone.

REFERENCES

[1] Güreş, B., *Comparison of Roof Tiles as Roof Covering Materials with Others*, Sakarya University, MSc Thesis, 2011 (in Turkish)..

[2] Dinçer, A., *Converting of Brick Used as A Component of Constructions to Artefact*, Master Thesis, Mimar Sinan Fine Art University, 2004 (in Turkish)..

[3] http://www.cruisecritic.com/articles.cfm?ID=1285 (Access date: 11.05.2017).

[4] http://www.arch.cam.ac.uk/aboutus/mesopotamia/mesopotamiaresearch/mesopotamia-geography (Access date: 11.05.2017)

[5] http://www.ustuntugla.com/Images/genel/tarihce.pdf (Access date: 11.05.2017)

[6] http://www.pilliblog.com/pilli/babil-kulesi-nerededir-ne-zaman-ve-kim-tarafindan-yaptirilmistir (Access date: 11.05.2017).

[7] http://www.cativecephe.com/?pid=27308 (Access date: 11.05.2017).

[8] https://www.flickr.com/photos/sinandogan/13192049163 (Access date: 11.05.2017).

[9] http://www.geziresim.com/sivas-divrigi.html (Access date: 11.05.2017).

[10] https://www.corumbloktugla.com/index.php/bilgi-bankasi/tuglanin-tarihi (Access date: 11.05.2017).
[11] http://blog.istanbul1881.com/fatih-sultan-mehmet-ve-topkapi-sarayi/ (Access date: 11.05.2017).
[12] http://www.nkfu.com/mihrimah-sultan-camii-hikayesi-hakkinda-bilgi/ (Access date: 11.05.2017).
[13] http://www.arsivbelge.com/yaz.php?sc=2535 (Access date: 11.05.2017)
[14] http://ermaden.com.tr/anasayfa/ (Access date: 11.05.2017).
[15] http://www.nace.com.tr/tr/urunler/kiricilar/yari-mobil-kirma-uniteleri (Access date: 11.05.2017).
[16] http://www.dickblick.com/products/blick-red-earthenware-clay/ (Access date: 11.05.2017).
[17] http://www.china-baoshen.com/ (Access date: 11.05.2017).
[18] http://www.fatihdinc.com.tr/2/2017/04/26/tuglanin-uretim-yonetimi-ve-teknoloji/ (Access date: 11.05.2017).
[19] http://www.dogusblok.com.tr/tugla-hakkinda/uretim-asamalari/ (Access date: 11.05.2017).
[20] http://kisi.deu.edu.tr//kamile.tosun/15._Seramikler_ve_pismis_toprak_urunler.pdf (Access date: 11.05.2017).
[21] *Industry Special Commission Report on Stone and Soil Based Products*, Ankara, 2000 (in Turkish).
[22] http://www.yapisantugla.com/ (Access date: 11.05.2017).
[23] http://www.filyosatestugla.com/ (Access date: 11.05.2017).
[24] http://www.doganaytugla.com/catalog/CAT83B8/taban_tugla_serisi.aspx (Access date: 11.05.2017).
[25] http://yasarlardemir.com/Product.aspx?SId=9 (Access date: 11.05.2017).
[26] http://www.csb.gov.tr/turkce/dosya/ypg/PGDEgitimiTuglaSunumu.pdf (Access date: 11.05.2017).
[27] Karasu, B., Kaya, G., Özkara, Ö., *Coating of Brick and Roofing Tiles with Phosphorous Luminescence Glazes*, Proceeding of the 2nd International Eskişehir Terra Cotta Symposium, 108–113, 2002 (in Turkish).
[28] Karasu, B., Kaya, G. and Ozkara O., *Use of Phosphorescence Pigments in Several Glazes,* Anadolu University, Research Fund (AFS) Project Report, 2002 (in Turkish).
[29] Karasu, B., Kara, A., *Development and Characterisation of Coloured Glazes Suitable for Roofing Tiles*, Proceeding of the 1st International Eskisehir Terra Cotta Symposium, 102–109, 2001 (in Turkish).
[30] Erdem, M., *Iconography of Animal Motives on Kubad–Abad Palace's Cini, Their Symbolic Meaning and Comments in Today's Ceramic*, Selçuk University, Institute of Social Sciences, Master Thesis, 2011 (in Turkish).
[31] http://glazedbricks.com/ (Access date: 11.05.2017).
[32] Karasu, B., Kara, A., *Characterisation of Some Japanese Commercial Coloured Roofing Tile Glazes*, Proceeding of the 5th Ceramic Congress with International Participations, Istanbul, 181–187, 2001 (in Turkish).

[33]http://reward6464.qaqsknhqa.biz/default.aspx?u=bl3pte4&o=xbkkvzb&m=1&t=main2_desk&f=1 (Access date: 11.05.2017).
[34]http://www.diytrade.com/china/pd/8233965/300x400mm_glazed_ceramic_roof_tiles.html (Access date: 11.05.2017).
[35] Velasco, P. M., Morales Ortíz, M. P., Mendívil Giró, M. A., Muñoz Velasco, L., Fired Clay Bricks Manufactured by Adding Wastes as Sustainable Construction Material–A Review, Construction and Building Materials 63, 97–107, 2014.
[36] Wiemes, L., Pawlowsky, U., Mymrin, V., Incorporation of Industrial Wastes as Raw Materials in Brick's Formulation, Journal of Cleaner Production 142, 69–77, 2017.
[37] Karasu, B., Ay, N., *Use of Electrolysis Waste in Brick Bodies as a Colouring Agent*, Proceeding of the 4th National Ceramic Congress, Eskişehir, 91–96, 1998 (in Turkish).
[38] Songhui, L., Xuemao G., Saisai Z., Chi X., Haiyan Li, Jianwu Z., Sintering Red Mud Based Imitative Ceramic Bricks with CO_2 Emissions below Zero, Materials Letters 191, 222–224, 2017.
[39] Kim, S. Y., Jun, Y., Jeon, D., Oh, J. E., Synthesis of Structural Binder for Red Brick Production Based on Red Mud and Fly Ash Activated Using $Ca(OH)_2$ and Na_2CO_3, Construction and Building Materials 147, 101–116, 2017.
[40] Cusidó, J. A., Cremades, L. V., Environmental Effects of Using Clay Bricks Produced with Sewage Sludge: Leachability and Toxicity Studies, Waste Management 32, 1202–1208, 2012.
[41] Mohajerani, A., Abdul Kadir, A., Larobina, L., A Practical Proposal for Solving the World's Cigarette Butt Problem: Recycling in Fired Clay Bricks, Waste Management 52, 228–244, 2016.
[42] Alonso–Santurde. R., Andrés, A., Viguri, J. R., Raimondo, M., Guarini, G., Zanelli, C., Dondi, M., Technological Behaviour and Recycling Potential of Spent Foundry Sands in Clay Bricks, Journal of Environmental Management 92, 994–1002, 2011.
[43] Alonso–Santurde, R., Coz, A., Viguri, J. R., Andrés, A., Recycling of Foundry by–products in the Ceramic Industry: Green and Core Sand in Clay Bricks, Construction and Building Materials 27, 97–106, 2012.
[44] Gorhan, G., Simsek, O., Porous Clay Bricks Manufactured with Rice Husks, Construction and Building Materials 40, 390–396, 2013.
[45] Abdullah, A. C., Lee, C. C. , Effect of Treatments on Properties of Cement–Fiber Bricks Utilizing Rice Husk, Corncob and Coconut Coir, Procedia Engineering 180, 1266–1273, 2017.
[46] Sutcu, M., Akkurt, S., The Use of Recycled Paper Processing Residues in Making Porous Brick with Reduced Thermal Conductivity, Ceramics International 35, 2625–2631, 2009.
[47] Sutcu, M., del Coz Díaz, J. J., Rabanal, F. P. Á., Gencel, O., Akkurt, S., Thermal Performance Optimization of Hollow Clay Bricks Made up of Paper Waste, Energy and Buildings 75, 96–108, 2014.
[48] Herek, L. C. S., Eponina Hori, C., Miranda Reis, M. H., Mora, N. D., Tavares, C. R. G., Bergamasco, R., Characterization of Ceramic Bricks Incorporated with Textile Laundry Sludge, Ceramics International 38, 951–959, 2012.

[49] Xu, Y., Yan, C., Xu, B., Ruan, R., Zhi Wei, R., The Use of Urban River Sediments as a Primary Raw Material in the Production of Highly Insulating Brick, Ceramics International 40, 8833–8840, 2014.
[50] El Fgaier, F., Lafhaj, Z., Chapiseau, C., Use of Clay Bricks Incorporating Treated River Sediments in a Demonstrative Building: Case Study, Construction and Building Materials 48, 160–165, 2013.
[51] Faria, K. C. P., Gurgel, R. F., Holanda, J. N. F., Recycling of Sugarcane Bagasse Ash Waste in the Production of Clay Bricks, Journal of Environmental Management 101, 7–12, 2012.
[52] Koseoglu, K., Polat, M., Polat, P., Encapsulating Fly Ash and Acidic Process Waste Water in Brick Structure, Journal of Hazardous Materials 176, 957–964, 2010.
[53] Shakir, A. A., Naganathan, S., Mustapha, K. N., Properties of Bricks Made Using Fly Ash, Quarry Dust and Billet Scale, Construction and Building Materials 41, 131–138, 2013.
[54] Naganathan, S., Omer Mohamed, A. Y., Mustapha, K. N., Performance of Bricks Made Using Fly Ash and Bottom Ash, Construction and Building Materials 96, 576–580, 2015.
[55] Gencel, O., Characteristics of Fired Clay Bricks with Pumice Additive, Energy and Buildings 102, 217–224, 2015.
[56] Taha, Y., Benzaazoua, M., Hakkou, R., Mansori, M., Coal Mine Wastes Recycling for Coal Recovery and Eco–Friendly Brick Production, Minerals Engineering 107, 123–138, 2017.
[57] Fang, Y., Gu, Y., Kang, Q., Wen, Q., Dai, P., Utilization of Copper Tailing for Autoclaved Sand–Lime Brick, Construction and Building Materials 25, 867–872, 2011.
[58] Bilgin, N., Yeprem, H. A., Arslan, S., Bilgin, A., Gunay, E., Marsoglu, M., Use of Waste Marble Powder in Brick Industry, Construction and Building Materials 29, 449–457, 2012.
[59] Sutcu, M, Alptekin; H., Erdogmus, E., Er, Y., Gencel, O., Characteristics of Fired Clay Bricks with Waste Marble Powder Addition as Building Materials, Construction and Building Materials 82, 1–8, 2015.
[60] Eliche–Quesada, D., Corpas–Iglesias, F. A., Pérez–Villarejo, L., Iglesias–Godino, F. J., Recycling of Sawdust, Spent Earth from Oil Filtration, Compost and Marble Residues for Brick Manufacturing, Construction and Building Materials 34, 275–284, 2012.
[61] Muñoz, P., Morales, M. P., Mendívil, M. A., Juárez, M. C., Muñoz, L., Using of Waste Pomace from Winery Industry to Improve Thermal Insulation of Fired Clay Bricks. Eco–Friendly Way of Building Construction, Construction and Building Materials 71, 181–187, 2014.
[62] Aouba, L., Bories, C., Coutand, M., Perrin, B., Lemercier, H., Properties of Fired Clay Bricks with Incorporated Biomasses: Cases of Olive Stone Flour and Wheat Straw Residues, Construction and Building Materials 102, 7–13, 2016.
[63] Coletti, C., Maritan, L., Cultrone, G., Mazzoli, C., Use of Industrial Ceramic Sludge in Brick Production: Effect on Aesthetic Quality and Physical Properties, Construction and Building Materials 124, 219–227, 2016.
[64] Sakhare, V. V., Ralegaonkar, R. V., Use of Bio–briquette Ash for the Development of Bricks, Journal of Cleaner Production 112, 684-689, 2016.

[65] Phonphuak, N., Kanyakam, S., Chindaprasirt, P., Utilization of Waste Glass to Enhance Physical–Mechanical Properties of Fired Clay Brick, Journal of Cleaner Production 112, 3057–3062, 2016.
[66] M. El–Attar, M., Sadek, D. M., Salah, A. M., Recycling of High Volumes of Cement Kiln Dust in Bricks Industry, Journal of Cleaner Production 143, 506–515, 2017.
[67] Gencel, O., Sutcu, M., Erdogmus, E., Koc, V., Cay, V., Gok, M. S., Properties of Bricks with Waste Ferrochromium Slag and Zeolite, Journal of Cleaner Production 59, 111–119, 2013.
[68] Kinuthia, J. M., Nidzam, R. M., Towards Zero Industrial Waste: Utilisation of Brick Dust Waste in Sustainable Construction, Waste Management 31, 1867–1878, 2011.
[69] Kavas, T., Karasu, B., Arslan, O., *Utilization of Refractory Brick Wastes in Concrete Production as Aggregates*, Proceedings of Sohn International Symposium on Advanced Processing of Metals and Materials: Principles, Technologies and Industrial Practice, San Diego, America, 479–483, 2006.
[70] Bektas, F., Wang, K., Ceylan, H., Effects of Crushed Clay Brick Aggregate on Mortar Durability, Construction and Building Materials 23, 1909–1914, 2009.
[71] Chen, Mei–Zhu, Lin, Jun–Tao, Wu, Shao–Peng, Liu, Cong–Hui, Utilization of Recycled Brick Powder as Alternative Filler in Asphalt Mixture, Construction and Building Materials 25, 1532–1536, 2011.
[72] Yang, J., Du, Q., Bao, Y., Concrete with Recycled Concrete Aggregate and Crushed Clay Bricks, Construction and Building Materials 25, 1935–1945, 2011.
[73] Xiao, Z, Ling, T.–C., Poon, C.–S., Kou, S.–C., Wang, Q., Huang, R., Properties of Partition Wall Blocks Prepared with High Percentages of Recycled Clay Brick after Exposure to Elevated Temperatures, Construction and Building Materials 49, 56–61, 2013.
[74] Zhu, P., Mao, X., Qu, W., Li, Z., Ma, Z. J., Investigation of Using Recycled Powder from Waste of Clay Bricks and Cement Solids in Reactive Powder Concrete, Construction and Building Materials 113, 246–254, 2016.
[75] Zawrah, M. F., Gado, R. A., Feltin, N., Ducourtieux, S., Devoille, L., Recycling and Utilization Assessment of Waste Fired Clay Bricks (Grog) with Granulated Blast–Furnace Slag for Geopolymer Production, Process Safety and Environmental Protection 103, 237–251, 2016.
[76] Zong, L., Fei, Z., Zhang, S., Permeability of Recycled Aggregate Concrete Containing Fly Ash and Clay Brick Waste, Journal of Cleaner Production 70, 175–182, 2014.
[77] Oti, J. E., Kinuthia, J. M., Stabilised Unfired Clay Bricks for Environmental and Sustainable Use, Applied Clay Science 58, 52–59, 2012.
[78] Mann, K. S., Heer, M. S., Rani, A., Investigation of Clay Bricks for Storage Facilities of Radioactive–Wastage, Applied Clay Science 119, 249–256, 2016.
[79] Graziani, L., Quagliarini, E., Bondioli, F., D'Orazio, M., Durability of Self–Cleaning TiO_2 Coatings on Fired Clay Brick Façades: Effects of UV Exposure and Wet & Dry Cycles, Building and Environment 71, 193–203, 2014.
[80] Calabria, A. J., Vasconcelos, W. L., Daniel, D. J., Chater, R., McPhail, D., Boccaccini, A. R., Synthesis of Sol–Gel Titania Bactericide Coatings on Adobe Brick, Construction and Building Materials 24, 384–389, 2010.

[81] Zak, P., Ashour, T., Korjenic, A., Korjenic, S., Wu, W., The Influence of Natural Reinforcement Fibers, Gypsum and Cement on Compressive Strength of Earth Bricks Materials, Construction and Building Materials 106, 179–188, 2016.
[82] Stefanidou, M., Karozou, A., Testing the Effectiveness of Protective Coatings on Traditional Bricks, Construction and Building Materials 111, 482–487, 2016.
[83] Bories, C., Vedrenne, E., Paulhe–Massol, A., Vilarem, G., Sablayrolles, C., "Development of Porous Fired Clay Bricks with Bio–Based Additives: Study of the Environmental Impacts by Life Cycle Assessment (LCA), Construction and Building Materials 125, 1142–1151, 2016.
[84] Graziani, L., Quagliarini, E., D'Orazio, M., The Role of Roughness and Porosity on the Self–Cleaning and Anti–Biofouling Efficiency of TiO_2–Cu and TiO_2–Ag Nanocoatings Applied on Fired Bricks, Construction and Building Materials 129, 116–124, 2016.
[85] Li, F., Zhou, J., Du, C., Li, W., Wang, Y., He, G., He, Q., Preparation and Photocatalytic Properties of Porous C and N Co–Doped TiO_2 Deposited on Brick by A Fast, One–Step Microwave Irradiation Method, J. of Environmental Sci., http://dx.doi.org/10.1016/j.jes.2017.03.042, 2017 (in press).
[86] Yurdusev, M., Kumanlıoglu, A. A., Abalı, Y., Zeybek, M. S., Neural Extension of Experimental Data to Investigate Using Phosphogypsume in Light Brick Production, Construction and Building Materials 23, 1871–1877, 2009.
[87] Cicek, T., Yasin Cincin, Y., Use of Fly Ash in Production of Light–Weight Building Bricks, Construction and Building Materials 94, 521–527, 2015.
[88] Benk, A., Coban, A., Possibility of Producing Lightweight, Heat Insulating Bricks from Pumice and $H_3PO_4^-$ or NH_4NO_3–Hardened Molasses Binder, Ceramics International 38, 2283–2293, 2012.
[89] Chiang, K.–Y, Chou, P.–H., Hua, C.–R., Chien, K.–L., Cheeseman, C., Lightweight Bricks Manufactured from Water Treatment Sludge and Rice Husks, Journal of Hazardous Materials 171, 76–82, 2009.
[90] Hu, H., Deng, Q., Li, Q. C., Xie, Y., Dong, Z., Zhang, W., The Recovery of Zn and Pb and the Manufacture of Lightweight Bricks from Zinc Smelting Slag and Clay, Journal of Hazardous Materials 271, 220–227, 2014.
[91] Raut, S. P., Sedmake, R., Dhunde, S., Ralegaonkar, R. V., Mandavgane, S. A., Reuse of Recycle Paper Mill Waste in Energy Absorbing Light Weight Bricks, Construction and Building Materials 27, 247–251, 2012.
[92] Xu, Y., Jiang, L., Xu, J., Li, Y., Mechanical Properties of Expanded Polystyrene Lightweight Aggregate Concrete and Brick, Construction and Building Materials 27, 32–38, 2012.
[93] La Rubia–García, M. D., Yebra–Rodríguez, Á., Eliche–Quesada, D.,Corpas–Iglesias, F. A., López–Galindo, A., Assessment of Olive Mill Solid Residue (Pomace) as An Additive in Lightweight Brick Production, Construction and Building Materials 36, 495–500, 2012.
[94] Gouny, F., Fouchal, F., Pop, O., Maillard, P., Rossignol, S., Mechanical Behavior of an Assembly of Wood–Geopolymer–Earth Bricks, Construction and Building Materials 38, 110–118, 2013.

[95] Ahmari, S., Zhang, L., Utilization of Cement Kiln Dust (CKD) to Enhance Mine Tailings–Based Geopolymer Bricks, Construction and Building Materials 40, 1002–1011, 2013.
[96] Ferone, C., Colangelo, F., Cioffi, R., Fabio Montagnaro, F., Santoro, L., Mechanical Performances of Weathered Coal Fly Ash Based Geopolymer Bricks, Procedia Engineering 21, 745–752, 2011.
[97] Dondi, M., Guarini, G., Raimondo, M., Zanelli, C., Recycling PC and TV Waste Glass in Clay Bricks and Roof Tiles, Waste Management 29, 1945–1951, 2009.
[98] Tonoli, G. H. D., Santos, S. F., Savastano Jr. H., Delvasto, S., Mejía de Gutiérrez, R., del M. Lopez de Murphy, M., Effects of Natural Weathering on Microstructure and Mineral Composition of Cementitious Roofing Tiles Reinforced with Fique Fibre, Cement & Concrete Composites 33, 225–232, 2011.
[99] Poyraz, H. B., Erginel, N., Ay, N., The Use of Pumice (Pumicite) in Transparent Roof Tile Glaze Composition, Journal of the European Ceramic Society 26, 741–746, 2006.
[100] Lavat, A. E., Trezza, . A., Poggi, M., Characterization of Ceramic Roof Tile Wastes as Pozzolanic Admixture, Waste Management 29, 1666–1674, 2009.
[101] Caki, M., Karasu, B., Yesilay, S., Imrak, R. and Bayraktar, C., *The Use of Fired Roof Tile and Brick Wastes in Stoneware Bodies as Alternative Raw Materials*, Proceedings of the REWAS 2008 Global Symposium on Recycling, Waste Treatment and Clean Technology, Cancun, Mexico, 1541–1548, 2008.
[102] Herbudiman, B., and Saptaji, A. M., Self–Compacting Concrete with Recycled Traditional Roof Tile Powder, Procedia Engineering 54, 805–816, 2013.
[103] Kaya, Y. S., Karasu, B., Karacaoğlu E., *General Review of Application of Phosphorescence Pigments in Ceramic Industry*, The Proceedings of SERES'09 I. International, Ceramic, Glass, Porcelain Enamel, Glaze and Pigment Congress, 608–616, 2009.
[104] Karasu, B., *Inorganic Based Phosphorescent Pigments with the Usage Potentials in Conventional Ceramics*, Proceedings of VII. International Eskişehir Terra Cotta Symposium, 305–321, 2013 (in Turkish).
[105] Gonçalves, A., Resende, J., Marques, A. C., Pinto, J. V., Nunes, D., Marie, A., Goncalves, R., Pereira, L., Martins, R., Fortunato, E., Smart Optically Active VO_2 Nanostructured Layers Applied in Roof–Type Ceramic Tiles for Energy Efficiency, Solar Energy Materials & Solar Cells 150, 1–9, 2016.
[106] Alchapar, N. L., Correa, E. N., Aging of Roof Coatings. Solar Reflectance Stability According to Their Morphological Characteristics, Construction and Building Materials 102, 297–305, 2016.
[107] Jovaní, M., Sanz, A., Beltrán–Mir, H., Cordoncillo, E., New Red–Shade Environmental–Friendly Multifunctional Pigment Based on Tb and Fe Doped $Y_2Zr_2O_7$ for Ceramic Applications and Cool Roof Coatings, Dyes and Pigments 133, 33–40, 2016.
[108] D'Orazio, M., Di Perna, C., Principi, P., Stazi, A., Effects of Roof Tile Permeability on the Thermal Performance of Ventilated Roofs: Analysis of Annual Performance, Energy and Buildings 40, 911–916, 2008.

[109] Murata, K., Yagiura, T., Takeda, K., Tanaka, M., Kiyama, S., New Type of Photovoltaic Module Integrated with Roofing Material (Highly Fire–Resistant PV Tile), Solar Energy Materials & Solar Cells 75, 647–653, 2003.
[110] Bahaj, A. S., Photovoltaic Roofing: Issues of Design and İntegration into Buildings, Renewable Energy 28, 2195–2204, 2003.
[111] Wenham, S. R., Bowden, S., Dickinson, M., Largent, R., Shaw, N., Honsberg, C. B., Green, M. A., Smith, P., Low Cost Photovoltaic Roof Tile", Solar Energy Materials & Solar Cells 47, 325–337, 1997.
[112] Fasana, S., Nelva, R., Improvement of the Water Resistancy in the Integration of Photovoltaic Panels on Traditional Roofs, Construction and Building Materials 48, 1081–1091, 2013.
[113] Ikeda, K., Kim, H.–S., Kaizu, K., Higashi, A., Influence of Firing Temperature on Frost Resistance of Roofing Tiles, Journal of the European Ceramic Society 24, 3671–3677, 2004.
[114] Portillo, M. C., Gazulla, M. F., Sanchez, E., Gonzalez, J. M., A Procedure to Evaluate The Resistance to Biological Colonization as a Characteristic for Product Quality of Ceramic Roofing Tiles, Journal of the European Ceramic Society 31, 351–359, 2011.
[115] Ahmad, I., Performance of Antisolar Insulated Roof System, Renewable Energy 35, 36–41, 2010.
[116] Xu, J., Yang, Y., Cai, B., Wang, Q., Xiu, D., All–Ceramic Solar Collector and All–Ceramic Solar Roof, Journal of the Energy Institute 87, 43–47, 2014.
[117] Mozumder, A., Singh, A. K., Solar Heat Flux Reduction through Roof Using Porous Insulation Layer, Energy Procedia 30, 446–451, 2012.
[118] Hens, H. S. L. C., The Vapor Diffusion Resistance and Air Permanence of Masonry and Roofing Systems, Building and Environment 41, 745–755, 2006.
[119] Lee, S., Park, S. H., Yeo, M. S., Kim, K. W., An Experimental Study on Airflow in the Cavity of a Ventilated Roof, Building and Environment 44, 1431–1439, 2009.
[120] Berdahl, P., Akbari, H., Levinson, R., Miller, W. A., Weathering of Roofing Materials–An Overview, Construction and Building Materials 22, 423–433, 2008.
[121] Gazulla, M. F., Sánchez, E., González, J. M., Portillo, M. C., Orduña, M., Relationship between Certain Ceramic Roofing Tile Characteristics and Biodeterioration, Journal of the European Ceramic Society 31, 2753–2761, 2011.
[122] Jayasinghe, M. T. R., Attalage, R. A., Jayawardena, A. I., Roof Orientation, Roofing Materials and Roof Surface Colour: Their Influence on Indoor Thermal Comfort in Warm Humid Climates, Energy for Sustainable Development, Volume VII, No. 1, March 2003.
[123] Vijayaraghavan, K., Green Roofs: Acritical Review on the Role of Components, Benefits, Limitations and Trends, Renewable and Sustainable Energy Reviews 57, 740–752, 2016.
[124] Iba, C., Ueda, A., Hokoi, S., Frost Damage of Roof Tiles: A Study on Moisture Boundary Conditions, Energy Procedia 78, 2530 – 2535, 2015.
[125] Ulubeyli, S., Kazaz, A., Er, B., Birgonul, M. T., Comparison of Different Roof Types in Housing Projects in Turkey: Cost Analysis, Procedia–Social and Behavioral Sciences 119, 20–29, 2014.

[126] Han, R, Xu, Z., Qing, Y., Study of Passive Evaporative Cooling Technique on Water–Retaining Roof Brick, Procedia Engineering 180 , 986–992, 2017.

TUĞLA VE KİREMİT

Ezgi AKKAŞOĞLU, Bekir KARASU

Anadolu Üniversitesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü, Eskişehir/TÜRKİYE

ÖZET

İnsanoğlunun ilk yapı malzemesi olarak kullandığı tuğla ve kiremidin tarih sahnesine çıkışı çok eskilere dayanmaktadır. O dönemlerde tuğlalar, içinde kullanılacakları binaların yapılacağı yerde üretilmiştir. Söz konusu ürünlerin yapımı alüvyonlu toprakların bulunduğu nehir havzalarında ki killerin kurutulmasıyla oluşturulmuş tabletlerle gerçekleştirilmiştir. Bu makalede, insan hayatında önemli bir yer tutan tuğla ve kiremidin zamandaki yolculuğuna göz atılıp geçmişten günümüze hangi evrelerden geçildiği sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tuğla, Kiremit, Tarihçe, Gelişim.

1. GİRİŞ

İnsanlık tarihinde önemli bir yer tutan tuğla ve kiremit [1] geliştirilmiş görsel yönleri ve işlevsel özellikleriyle popülerliğini korumaya devam etmektedir. Tuğlanın ilk kez kullanıldığı yer, Mezopotamya'da ki Nil nehri ve Euprates/Tigris nehir havzalarının aşağı bölgeleridir (Görsel 1). Yapılan araştırmalara göre, bu yörelerde kalıplanmış kil tabletler ve rölyeflerin M.Ö. 13000 yılına ait olduğu saptanmıştır. Yani, tuğla üretimi günümüzden 15000 yıl öncesinde başlamıştır [2].

(a) **(b)**

Görsel 1. (a) Nil nehri [3] ve (b) Tigris nehri kıyılarındaki antik yerleşkeler [4].

Pişmiş tuğlanın endüstriyel anlamda ilk üretimi M.Ö. 4. yy'a, Babil Kulesi'nin yapımına denk düşmektedir. Kule, tuğla üretimi ve endüstrisi açısından önemli bir simgedir (Görsel 2). Tarihçiler bu kulede 85 milyon adet tuğla kullanıldığını hesaplamışlardır. Günümüzde söz konusu rakamdaki tuğlayı ancak 5–6 gelişmiş teknolojik fabrikanın 1 yıllık bir çalışma sonunda üretebileceği düşünülürse, o dönem yapılan üretimin gerçekten de teknolojik açıdan önemli bir değer taşıdığını kabul etmek gerekir [5].

Mezopotamya'da tuğla ve tuğla üretimi Asurlular, Persler, Sasaniler ve İslam kültürüyle gelişip değişik boyutlara taşınmış, sonrasında Anadolu'ya oradan da Avrupa'ya yayılmıştır. Pişmiş tuğla kullanımına devam edilirken yapılarda çatı malzemesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu boşluk M.Ö. 4. yy'da Korintlerin halen günümüzde de kullanılan içbükey kiremitleri,

hazırlanan tuğla hamurunu tokmakla dövüp yaygın hale getirerek şimdikinden daha kalın ve büyük boyutlarda üretmesiyle kapanmıştır.

Görsel 2. Babil kulesi [6].

Zaman içerisinde Yunanlılar ebat farklılıklarını geliştirip, Yunan kiremidi adıyla bilinen ürünlerini kullanmaya başlamışlardır. Sonrasında Romalılar Yunan kiremidini devralıp daha yuvarlak ve daha küçük boyutlarda ürün geliştirmişlerdir. Sonuçta, günümüz koşullarında üretilen Osmanlı kiremidine benzer formda kiremit üretilmeye ve yapılarda kullanılmaya başlanmıştır. Tuğla ve kiremide ilk standartları Romalılar getirmiştir. Kalınlık nedeniyle oluşan kuruma ve pişirme problemlerinin ortadan kaldırılması amaçlanmış, böylece ilk araştırma faaliyetleri de başlatılmıştır. Çalışmaların sonunda daha ince ve sağlam malzemeler üretilmiştir. Üretimin devamında tabii ki tuğla ve kiremidin ticareti de geliştirilmiştir. Zaman akışıyla birlikte İspanya, İngiltere, Fransa, Belçika ve Almanya'da tuğla ve kiremidin kullanımı yaygınlaşmıştır [7].

Anadolu'da tuğla ve kiremidin gelişimine bakıldığında, ilk olarak M.Ö 4. yy'da Lidyalılar tarafından kullanılmaya başlandığı, akabinde Yunanlılara ve Bizanslılara geçtiği görülmektedir. Bizanslılardan sonra Selçuklular ürünü oldukça geliştirmiş, özellikle tuğla ile taş kullanımında özgün bir mimari tarzı ortaya çıkarmışlardır (Görsel 3).

(a) (b)

Görsel 3. (a) Harakan kümbeti [8] ve (b) Sivas Divriği Camii [9].

Selçukluları Osmanlılar takip etmiş, bu dönemde, kiremitlerin daha küçük, tuğla boyutlarının ise daha büyük tutulduğu ilk standartlar uygulanmaya başlanmıştır. Fatih Sultan Mehmet Dönemi tuğlaları 4,5 x 28 x 28 cm ebatlarında, hatıllarda kullanılanlar ise daha ince formda imal edilmekteydiler. Taban tuğlaları 25 x 25 cm boyutlarında, kare şeklinde veya çapları 30–

60 cm arasında değişen altıgenler biçimindeydi. O dönem standartlarının dışına çıkan üretim veya bunların inşaatlarda kullanımı yasaklanmış ve önemli cezalar getirilmiştir [10].

(a) **(b)**

Görsel 4. (a) Topkapı Sarayı [11] ve (b) Mihrimâh Sultan Camii [12].

Bu dönemden sanayi devrimine kadar önemli bir gelişme yaşanmamıştır. Sanayi devrimiyle endüstriyel anlamda gelişmeler hızlanmıştır. Ayrıca, tuğla ve kiremit sektöründe helezonlu şekillendirme preslerinin gelişimiyle kiremit üretimine başlanmıştır. Sanayi devriminden günümüze kadar yaşanan süreçte, Hoffman ve tünel tipi fırınların devreye girmesiyle daha az hammadde ve enerji ile daha fazla üretim sağlanmıştır. İlaveten, eleme yöntemiyle hammadde hazırlanmasından öğütme makinelerine, kilin su ile karıştırıldığı çamur havuzlarından silolara geçilmiş, şekillendirme için kullanılan tahta kalıpların yerini alçı ve metal kalıplar almıştır. Kiremitlerin kurutulmasındaki doğal yöntemler yerine fırınlarda suni kurutmaya; pişirimde ise kömür yakıtı kullanılan fırınlara geçilmiştir. Ayrıca, standardizasyon çalışmaları önem kazanmış, kolay üretilen ve ucuz bir yapı malzemesi haline gelen tuğla ve kiremidin kullanımı giderek yaygınlaşmıştır [7].

2. TUĞLA VE KİREMİT ÜRETİMİ

Tuğla ve kiremidin başlıca üretim aşamaları şu şekilde sıralanabilir:

- Karışım Hazırlama
- Şekillendirme
- Kurutma
- Pişirme
- Ambalajlama ve Sevkiyat
-

Karışım Hazırlama: Tuğla ve kiremit üretiminin ilk safhası olan karışım hazırlama, kullanılan hammaddelerin seçilmesi ve şekillendirilmeye uygun hale getirilmesidir. Killer doğada genellikle rutubetli ve plastik kıvamda, bazen kuru ve toz haline getirilebilir şekilde, bazen de kaya menşeili olarak bulunur ve çıkarılır [13].

Doğadan elde edilen ve üretim tesislerine getirilen kilin, gerek boyut gerekse bileşim açısından uygun özelliklere sahip olması ve işlenebilirlik kazanabilmesi için bir dizi ön hazırlıktan geçmesi gerekmektedir. Hammaddenin homojen (birerim) hale gelmesi, plastiklik ve kohezyon özelliklerinin gerçekleşebilmesi için iyice ufalanması ve ince tane formunu alması lazımdır.

(a) **(b)**

Görsel 5. (a) Kil ocağı ve (b) kil kırma makinesi [14].

Bu amaçla çeşitli makinelerle içindeki iri taşlar, çöpler ayıklanmakta (taş ayırıcı, vals, kollergang vb.) ve istenilen tane çapına kadar öğütülmektedirler [14].

Ayrıca, homojen bir kil hamuru elde etmek üzere, kil yeterli miktarda su ile ezilip karıştırılmalıdır. Bu işlemleri, üretilen malzemenin kalitesini etkileyen önemli bir unsur olan dinlendirme takip eder. Killerin tiksotropik özelliğinden ötürü yoğrulmuş çamuru dinlenme esnasında dayanım kazanmakta, dinlendirme sonrasında çamur plastik şekillendirme işlemine hazır hale getirilmektedir [13].

Görsel 6. Kil çamuru [16].

Şekillendirme: Hammadde hazırlama aşaması sonunda biçimlendirilmeye uygun bir nitelik kazanan hamur, değişik yöntemlerle şekillendirilmektedir. Kalıplama işlemi, genellikle harman tuğlası üretiminde kullanılan bir yöntemdir.

Ekstrüzyon ile galeta formunda hazırlanan hammaddeler çeşitli tip ve büyüklükteki presler kullanılarak kiremit şeklini almaktadır. Bu yöntemde hazırlanan kil sonsuz vida yardımı ve belli bir basınçla kalıptan çıkartılmaktadır. Makineye gönderilen hazırlanmış hammaddenin vakum yöntemi ile (14–16 atü) havası emilmekte ve plastik hal kazanmaktadır. Helezonlar vasıtası ile itilen hammadde vakum presin ağız kısmındaki ağızlık (filiyer) ile iki boyutunun şeklini almakta ve sonsuz bant olarak vakum presi terk etmektedir [15]. Döndürme işlemi, daha çok testi, saksı gibi ürünlerin, presleme de, daha çok kiremit yapımında kullanılmaktadır. Dökme işleminde, kil asıltı (süspansiyon) haline getirilip içine dağıtıcı (deflokülant) katılır. Kararlı duruma gelen süspansiyon yavaşça alçı kalıplara dökülür. Alçı suyu emer ve kil çepere yapışır. Sağlık gereçleri (lavabo, eviye vb.), çaydanlıklar bu yöntemle şekillendirilir.

Görsel 7. Ektrüzyon makinesi [17].

Kurutma: Kilin içine mevcut ve şekillendirmeye uygun bir kıvama getirmek için katılan suyun değişik yöntemlerle bünyeden çıkarılma işlemidir. Doğal ve suni kurutma şeklinde yapılmaktadır. Doğal kurutma; ülkemizde çok yoğun biçimde kullanılan ve atmosfer ısısından faydalanma prensibine dayanan bir sistemdir. Suni kurutma ise kurutmanın doğal koşullara bırakılmadan ek bir enerji ile ısı ve hava hareketinin fazlalaştırılmasıyla gerçekleştirilmektedir. Killi maddenin içindeki serbest suyun, önce yüksek buhar basıncı ve düşük sıcaklık, kurutmanın sonuna doğru alçak buhar basıncı ve yüksek sıcaklık sağlanarak dışarı atılması prensibine dayanmakta ve kurutma odaları veya tünel kurutma fırınları ile yapılmaktadır [18].

(a) (b)

Görsel 8. (a) Doğal ve (b) suni kurutma işlemleri [19].

Pişirme: Tuğla ve kiremit üretiminin en son aşamasıdır. Kilin kuruma safhasında, serbest haldeki suyunu ve sonradan emdiği suyu kaybetmesinden dolayı boyutlarında küçülme (çekme) meydana gelir. Pişirme sırasında kil kimyasal tepkimelere maruz kalır. 300 °C civarında organik maddeler tamamen yanar, 450–650 °C arasında molekül suyu uzaklaşır. 850–1000 °C arasında kil hamurunun pişmesiyle oluşan bu yeni malzeme artık sert, şeklini değiştirmeyen, belirli mukavemet ve renge sahip bir üründür [13]. Genel anlamda pişirim aşamaları:

- Doldurma
- Isınma
- Pişme
- Soğuma
- Boşaltmadır.

Endüstride pişirme işlemi için kullanılan fırınlar [20]:

Aralıklı İşleyen Fırınlar
a) Direkt Alevli Fırınlar
1- Sahra fırını
2- Kara fırın, iki katlı kare fırın
3- Kubbeli kara fırın
4- Kassel fırın (yatık)
5- Bovezi fırın
6- Yuvarlak fırın
7- Çan fırın
b) Dolaylı Alevli Fırınlar
1- Kubbeli yuvarlak fırın
2- Zarflı fırın
3- Elektrikli fırın
Devamlı İşleyen Fırınlar
a) Pişme Bölgesi Hareketli Fırın
1- Hoffman fırın
2- Galeri fırın
3- Zig–Zag fırın
b) Pişme Bölgesi Sabit Fırın
1- Tünel fırın
a) Düz tünel fırın
b) Kemer tünel fırın
c) Zarflı tünel fırın

Ülkemizde pişirme işlemi genellikle Hoffman ve tünel fırınlarla yapılmaktadır. Fırın kesiti dairesel tonoz biçimindedir. Ateş hareketli, ürünler sabittir. Fırınlar yakıttan elde edilen ısıyı çok yüksek verimle kullanan, üretim kapasitesi ve hızı yüksek fırınlardır. Yanmanın tam pişme durumundaki malzemenin üzerinde gerçekleşmesi, fırın içinde hareket eden havanın bir yandan da pişmiş malzeme ile temas ederek ısınması, ısınmış havayla çiğ malzemenin ısınması bu fırının sağladığı en önemli üstünlüklerdir. Fırının üstündeki deliklerden yakıt püskürtülmekte, pişme devam ettikçe püskürtme işlemi delikler boyunca ilerlemektedir. Yakıt olarak genelde kömür vb. katı yakıtlar, nadiren sıvı yakıtlar kullanılmaktadır [13].

Ambalajlama ve Sevkiyat: Pişirme işlemi sonrası fırınlardan alınan ürünler soğumayı takiben istenilen yere sevk edilmektedir. Sevk işleminde genelde kamyonlardan faydalanılmakta fırın veya fırın vagonu önüne yanaşan araca ürün direkt olarak yüklenmektedir. Bazı fabrikalarda ürünler palet üstüne ve sonrasında naylon ile ambalaj yapılarak veya mukavva kutulara konulara sevk edilmektedir.

3. TUĞLA VE KİREMİT ÇEŞİTLERİ

3.1. Tuğla Türleri

Uygulama alanlarına göre tuğlalar, makine, klinker ve özel tip olmak üzere üçe ayrılmaktadır.

Makine tuğlaları: kil, killi toprak ve balçığın ayrı ayrı veya harman edilip gerektiğinde su, kum, öğütülmüş tuğla ve kiremit tozu ve benzerleri ile karıştırılıp elle veya uygun aletlerle şekillendirildikten sonra kurutulup genellikle harmanlarda pişirilmesi sonucu elde edilen ve duvar yapımında kullanılan malzemelerdir. Bunlar düzgün yüzeyli keskin köşeli ve boşluksuzdur. Tuğlalar boyutlarına, delik durumuna, dolu olmalarına, birim ağırlıklarına ve basınç dayanımlarına göre normal, blok ve modüler tuğla olarak sınıflandırılmaktadır [19].

(a) (b) (c)

Görsel 9. (a) Harman [20], (b) blok [21] ve (c) modüler tuğlalar.

Klinker tuğlalar: sinterleninceye kadar pişirilmiş, birim ağırlığı ve basınç dayanımı yüksek, dona dayanıklı duvar tuğlalarıdır. Su emmeleri oldukça azdır (% 2–3). Su içinde kalan duvarlarda kullanılırlar.

(a) (b)

Görsel 10. Klinker taban tuğlası, yalıtım tuğlası ve ısı iletim yolu [23].

Özel tip tuğlalar: farklı detay çözümlerinde kullanılmak üzere çeşitli şekil ve boyutlarda üretilen pres tuğlalardır. Özel tip, hafif, yalıtım, cilalı, beyaz ve döşeme tuğlaları olarak gruplandırılırlar. Hafif tuğlalar, hafif malzeme kullanımıyla üretilen, hem hafif hem de mukavemeti yüksek tuğlalardır. Yalıtım tuğlaları (izo tuğlalar) şaşırtmalı perdeli yapıları sayesinde ısı iletim yolunun % 50 oranında uzamasına sebep olur. Dolayısıyla, bu tuğlaların ısı tutma kapasitesi oldukça yüksektir. Ani sıcaklık değişimine karşı insan vücudunu korur. Ayrıca, nem barındırmayarak oda nemini düzenler. Cilalı tuğlalar ise yüzeyleri camlaştırılmış tuğlalardır. Su emmeleri oldukça düşük bu tuğlalar genellikle dekorasyon amaçlı kullanılmaktadır. Beyaz tuğlalar kumlu killerden yapılırlar. Basınç ve dona dayanımları yüksektir. Döşeme tuğlaları asmolen tuğla ve reks tuğlalardır. Kullanım amacı; ısı ve ses yalıtımı sağlamak, kalıp işçiliğinden ekonomik hale getirmek ve kirişleri saklayarak düz bir tavan görünümü elde etmektir [19].

(a) **(b)**

Görsel 11. (a) Cilalı [19] ve (b) asmolen tuğlalar [24].

3.2. Kiremit Çeşitleri

Ülkemizde Alaturka kiremitle başlayan pişmiş kil serüveni Marsilya, Valensiya, Akdeniz, Torino, Venedik, Granada vb. değişik ad ve tiplerle çatılarımızda yaygın bir biçimde devam etmekte, genellikle de en çok Marsilya kiremidi kullanılmaktadır. Yeni ürünler sürekli araştırılmakta, yeni modelli ürünler ortaya çıkmaktadır. Marsilyayı en fazla mahya kiremidi izlemektedir. Alaturka kiremidi, çatı kiremidi tarihindeki en köklü geçmişe sahip, özellikle Osmanlı yapılarının mimarisinde kullanılmış kiremit çeşididir. Günümüzde restorasyonu yapılan tarihi yapıların aslını korumak üzere çatılarında kullanılır. Birbiri üzerine kapatılarak döşenir. Kenetsiz yapısı sayesinde daire şekline dönen en zor çatı şekillerini bile oluşturabilen bir kiremittir. Estetik açıdan tercih edilir [25].

(a) **(b)** **(c)**

Görsel 12. (a) Alaturka, (b) Marsilya [25] ve (c) Valensiya kiremidi [26].

Marsilya kiremidi, kullanım kolaylığı, su sızmalarını önleyen güvenilir kilit sistemi, buzlanma ve donma gibi en çetin doğa şartlarına dayanan kuvvetli yapısı ile sektörünün en fazla tercih edilen ve aranılan kiremit çeşidi haline gelmiştir. Akdeniz kiremidi, Marsilya tipi kiremit görüntüsünde olup özel üretim teknolojisi ve kenetlenme kısmına eklenen ikinci su tahliye kanalı sayesinde kendi sınıfındaki kiremitlere göre çok üstün yalıtım özellikleri sergiler. Sektördeki en gelişmiş teknoloji ile üretilmesi, tüm koşullarda, yoğun yağışlarda bile yalıtım işlevini kusursuzca yerine getirmesini mümkün kılmaktadır. Akdeniz kiremidine üstün yalıtım özelliği kazandıran bir diğer etken ise üst ve yan bindirme kanalları ile özel su tahliye kanallarıdır. Üst ve yan kenetlenme kanallarının oluşturduğu kilit sistemi hem montaj hem de yalıtım açısından çatıda güvenli bir çözüm sağlamaktadır. Granada kiremidi, tüm dünyada "Portekiz kiremidi" olarak da bilinir ve çatılara Osmanlı mimarisinin nostaljik havasını taşır. Uygun eğimde kullanıldığında, her iklim koşulunda çatıda etkin, kolay ve uzun ömürlü

yalıtım sağlar. Kavisli yapısıyla döşemede kanallar tam kapandığından ekstra su sızdırmazlığı verir [17].
Valensiya kiremidi, Alman "Frankfurten Pfanne" kiremidinin küçük formatı olup, neo klasik görünümü ile çatı örme sanatına farklı bir açı getirmiştir. Döşendiğinde oluşturduğu dalgalar, çatılarda zarif bir harmoni oluşturur. Yaygın biçimde, yoğun yağış alan bölgelerde kullanımı çatılarda ekstra su yalıtımı sağlamaktadır. Avrupa'da Almanya gibi gelişmiş ve yoğun yağışlı ülkelerde en sık kullanılan kiremit tipidir. Birbiri üzerine muntazam şekilde kilitlenmesi, suyu drenaj eden geniş yağmur yüzeyi ve son derece sağlam yapısı, fırtınalı havalarda bile çatıları güvenle korur.

4. TUĞLA VE KİREMİT SIRLARI

Ülkemiz seramik ve inşaat sektörünün birbirini tamamlar biçimde paralellik arz ettiği bilinmektedir. Geleneksel seramiklerin bir kolu olan tuğla–kiremit alanında, diğer kollara kıyasla hem üretim teknikleri hem de model olarak yeni alternatifler sunma konusunda yakın geçmişe kadar fazla bir gelişme kaydedilmemiş ve son zamanlarda modern teknolojinin gerisinde kalmamak, daha yüksek kalite ve çeşitliliği yakalayabilmek için bazı çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Renkli sır uygulamaları nihai ürünün hem estetik görünümünün hem de mekanik ve kimyasal özelliklerinin geliştirilmesi açısından tercih edilmektedir [26].

4.1. Tuğla Sırları

Tuğla sırlama işlemi, fırınlanmış tuğlanın, uzun dar yüzlerinden birinin tek renk sırla kaplanıp pişirilmesinden meydana gelen, kolay uygulanabilir tekniklerden birisidir. Bu işlem esnasında kullanılan sır, ateşleme sırasında ergiyen ve bünyeyle kaynaştırılan, özenle seçilmiş malzemelerden oluşur [27–29]. Sır ağırlıklı olarak, kil, feldispat, kalsiyum karbonat, uygun mineraller ve oksit sağlayan hammadde karışımının ergitilmesiyle önceden bir üretim sürecinden geçmiş firitten oluşur. Sır renklendiricileri genellikle demir, bakır, kobalt, mangan ve krom gibi oksitlerdir. Mavi, yeşil, beyaz, siyah, gri, sarı ve hatta kırmızı rengin kullanımı tüm seramik sırlarında mümkündür [30].

(a) **(b)**

Görsel 13. (a) Sırlanmış tuğlalar ve (b) sırlanmış tuğlalarla örülmüş bir bina [31].

Mimaride, özellikle yapının dış cephesinde kullanılan sırlı tuğlalar, estetik açıdan çok güzel oldukları kadar dayanıklıdır da. Günümüzde yeni sır bileşimlerinin geliştirilmesiyle birlikte

mor ötesi (UV) ışınlarını geri yansıtan, su itici özelliğe sahip, nefes alabilen dış cephe tuğla kaplamaları yapılmaktadır.

4.2. Kiremit Sırları

Geleneksel olarak, seramik çatı kaplama karolarında çekici ve farklı renk etkileri oluşturmak için çeşitli üretim teknikleri kullanılır. Birincisinde, renkli killerin seçimi ve harmanlanmasıyla iyi bilinen kırmızımsı, kırmızı turuncu ve kahverengi tonlarında kiremit üretilir. Daha sonra istenilen renge göre, kil bünyeye demir ve mangan gibi doğal oksitler iyice karıştırılarak renk aralığı genişletilir. İkincisi ise, en geniş renk aralığına sahip üretim yöntemiyle kiremitlere sır kaplanmasıdır. Bu teknik, kiremitlerde hem geniş renk hem de doku yelpazesine izin veren, dayanıklı, inorganik bir kaplama uygulanmasını içerir. Sırlı çatı kaplama karoları, renk kalıcılığı, dayanıklılık ve doğa ögelerine karşı benzersiz direnç özellikleriyle mimar, inşaatçı veya ev sahibine ev veya binalarında kendi ayırt edici tarzlarını oluşturmalarını sağlar [32].

Görsel 14. Sırlanmış kiremitler [33].

Kiremitlerin yüzeyine parlak veya mat kaplamalarla çok çeşitli renk seçeneği uygulanabilir. Sırlanmış çatı kiremitleri hiçbir zaman solmaz veya görünüm değişikliği yapmaz [34]. Uzun süre dış etkilere karşı dayanıklıdırlar. Günümüzde gelişen teknolojiyle birlikte, küfe dayanımlı ve geçirimsiz, mekanik mukavemeti yüksek sırlı kiremitler üretilmektedir.

5. TUĞLA VE KİREMİTTE YAŞANAN EN SON GELİŞMELER

5.1. Tuğla Çalışmaları

Gerek endüstriyel gelişmelerin hız kesmeden devamı sonucu ortaya çıkan atıkların geri çevrimle hem çevre dostu hale getirilmesi hem de ekonomiye kazandırılması bağlamında değerlendirilme girişimleri [35–36], gerekse tuğlaya yeni işlevsellikler sağlama çalışmaları son dönemde üzerinde durulan temel konulardır.

Elektroliz atığı [37], kırmızı çamur [38–39], lağım çamuru [40], sigara izmaritleri [41], döküm kumu [42–43], pirinç kabukları [44–45], atık kağıtlar [46–47], tekstil atık çamuru [48], nehir çökeltileri [49–50], şeker kamışı külü [51], uçucu kül [52–54], ponza taşı [55], taş kömürü atıkları [56], bakır atığı [57], mermer atığı tozu [58–59], odun talaşı [60], elma posası [61], buğday sapı [62], endüstriyel seramik çamuru [63], biyo–briket külü [64], atık cam [65], çimento fırını tozu [66], ferrokrom cürufu ve zeolit [67] tuğla yapımında değerlendirilmek üzere incelenmiştir. Başka endüstri kollarının ve alternatif hammaddelerin geleneksel tuğla

başlangıç karışımlarında kullanımlarının yanı sıra bizzat tuğla atıklarının da geri dönüştürülmesi üzerine çeşitli araştırmalar gerçekleştirilmiştir [68]: Refrakter tuğla atıklarının agrega olarak çimento üretiminde kullanımı [69], ufalanmış tuğla agregalarının harç kimyasal dayanımına etkisi [70], tuğla tozlarının dolgu maddesi olarak asfalt karışımlarında değerlendirilmesi [71], ufalanmış tuğla parçacıkları ve geri dönüşüm beton agregaları ile beton üretimi [72], yüksek oranda geri dönüşüm tuğla içeriğine sahip duvar bloğu [73], çimento ve tuğla atıklarının aktif beton tozunda değerlendirilmesinin araştırılması [74], pişmiş tuğla atıklarının granüle yüksek fırın cürufuyla birlikte geopolimer üretiminde kullanımı [75], uçucu kül ve tuğla atığı içeren beton agregalarının geçirgenlik özelliğinin araştırılması [76] öne çıkan bazı araştırma başlıklarıdır. Ayrıca, klasik tuğlaya yeni özellikler kazandırılması kapsamında bazı incelemeler de yapılmaktadır: Kararlı hale getirilmiş ve pişirilmemiş tuğlaların çevresel açıdan kullanımı [77], tuğlaların radyoaktif atıkların depolanmasında değerlendirilmesinin incelenmesi [78], pişmiş tuğla yüzeylerine yapılan kendi kendini temizleyebilen titanya kaplamaların kimyasal dayanımı [79], sol–jel yöntemiyle tuğla yüzeyine bakteri giderici titanya kaplamaların sentezi [80], lif, alçı taşı ve çimento katkısının tuğlanın basma dayanımına etkisi [81], geleneksel tuğla yüzeylerinde koruyucu tabakalar [82], biyo esaslı katkılarla boşluklu tuğla geliştirme [83], pişmiş tuğla yüzeyine uygulanan TiO_2–Cu ve TiO_2–Ag nano kaplamaların etkileri [84] ve yüzeyine titanyum dioksitin yanı sıra porlu C ve N uygulanmış tuğlanın hazırlanması, foto katalitik özelliklerinin incelenmesi [85] son dönem üzerinde durulan çalışmalardan sadece bir kaçıdır. Geçtiğimiz yıllarda yaygın bir biçimde ilgi çeken diğer konular hafif tuğla ve geopolimerik tuğlaların geliştirilmesidir. Fosfojips kullanılarak hafif tuğla üretimi [86], uçucu külün hafif tuğla üretiminde değerlendirilmesi [87], ponza taşı ve $H_3PO_4^-$ ya da NH_4NO_3 ile sertleştirilmiş melas bağlayıcısından hafif ısı yalıtım tuğlası üretimi [88], su arıtım çamuru ve pirinç kabukları ile üretilmiş hafif tuğla [89], çinko izabe cürufu ve kilden elde edilmiş hafif tuğla [90], enerji soğuran hafif tuğla üretiminde kâğıt hamurunun geri dönüşümü [91], genleştirilmiş polistren hafif agrega beton ve tuğlasının mekanik özellikleri [92], hafif tuğla eldesinde melasın katkı maddesi olarak kullanımı [93], odun–geopolimer–tuğla kombinasyonunun mekanik davranışı [94], bakır maden atığı esaslı geopolimer tuğlaların özelliklerini iyileştirmek üzere çimento fırını külünün kullanımı [95], uçucu kül esaslı geopolimer tuğlanın mekanik performansı [96] araştırmaları bu kapsamda bahsedilebilecek başlıklardır.

5.2. Kiremit Çalışmaları

Tıpkı tuğla da olduğu gibi kiremit bünye bileşimlerinde de çeşitli atıkların değerlendirilmesi üzerine çok sayıda araştırma yapılmış ve yapılmaya devam edilmektedir: bilgisayar ve televizyon atık camlarının kiremit bünyede kullanımı [97], nergis lifleriyle kuvvetlendirilmiş çatı kiremitlerinin doğal aşınmalarının mikro yapı üzerine etkisi [98] ve ponza taşının şeffaf çatı kiremidi sır bileşiminde kullanımı [99] bu bağlamda söz edilecek çalışmalardandır. Çatı kiremidi atıkları da geri dönüşüm kapsamında üzerinde durulan malzemelerdir: Seramik çatı kiremidi atıklarının puzolanik katkı olarak karakterizasyonu [100], pişmiş tuğla ve kiremit atıklarının alternatif hammadde olarak stoneware bünyelerde kullanımı [101] ve geleneksel kiremit tozuyla hazırlanan beton [102] araştırmaları bu grup için bahsedilecek çalışmalardan sadece birkaçıdır. Ayrıca, klasik çatı kiremitlerine yeni özellikler kazandırılması kapsamında bazı incelemeler de yapılmaktadır: Çatı kiremitlerinin fosfor ışıl sırlarla kaplanması [103–

104], Enerji verimliliği için seramik çatı kiremitleri yüzeyine uygulanan optik açıdan aktif VO_2 nano kaplamalar [105], çatı kiremit ve boyalarının yaşlandırılması [106], seramik uygulamaları ve çatı kaplamalarında kullanılan Tb ve Fe katkılı, doğa dostu, çok işlevli $Y_2Zr_2O_7$ pigmentler [107], soğutmalı çatılarda kiremit geçirgenliğinin ısıl performans üzerindeki etkisi [108], yeni tip fotovoltaik modül entegreli çatı malzemesi [109], fotovoltaik çatıların tasarımı ve binalara uyarlanması [110], düşük maliyetli fotovoltaik çatı kiremidi [111], geleneksel çatılarda fotovoltaik panellerin su dayanımlarının iyileştirilmesi [112], çatı kiremitlerinin dona dayanım özelliğine pişirim sıcaklığının etkisi [113], seramik çatı kiremitlerinde biyolojik kolonizasyon dayanımının belirlenmesi [114], yalıtkan çatı sistemlerinin performansı [115], seramik çatı güneş kolektörleri [116] belli başlı çalışma başlıklarıdır. Son yıllarda kiremit açısından ilgi çeken diğer konulara: porlu izolasyon tabakası ile çatıdan geçen güneş ışın akışının azaltılması [117], duvar ve çatı sistemlerinin buhar yayınım direnci ve hava geçirimi [118], havalandırmalı çatı boşluklarında hava akımının incelenmesi [119], çatı kiremitlerinin hava koşullarında bozunumu [120], seramik çatı kiremitlerinin belli başlı özellikleri ve biyo bozunum arasındaki ilişki [121], çatı oryantasyonu, çatı malzemeleri ve renklerinin sıcak iklimlerde bina içi ısı konforuna etkisi [122], pişirilmemiş kiremitler [123], çatı kiremitlerinin donma bozunumları [124], Türkiye'deki inşaat projelerinde farklı çatı tipleri [125] ve pasif buhar soğutma tekniğinin su tutan çatı tuğlarında çalışılması [126] örnek olarak sunulabilir.

SONUÇ

İnsanoğlunun günlük yaşamının vazgeçilmez unsurlarından olan barınma ihtiyacı tuğla ve kiremidin yaygın kullanımını da beraberinde getirmiştir. Yaşanılan teknolojik ilerlemeler gerek yeni ve daha işlevsel gerekse düşük maliyetle üretilmiş bu tür malzemelerin popülaritesinin korunmasını her zaman gündemde tutmaktadır. Yaşam kalitesinin artmasıyla birlikte böylesi malzemelerinin daha da kaliteli ve ekstra özellik taşıması herkesin öncelikli beklentileri arasında yer almaya devam edecektir.

KAYNAKÇA

[1] Güreş, B., *Çatı Kaplama Malzemesi Olarak Kiremitlerin Diğer Kaplama Malzemeleri İle Karşılaştırılması*, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Bilimleri Bölümü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2011.

[2] Dinçer, A., *Yapı Elemanı Olarak Kullanılan Tuğlanın Sanat Eserine Dönüştürülmesi*, Yüksek Lisans Tezi, MSGSÜ Kütüphanesi, 2004.

[3] http://www.cruisecritic.com/articles.cfm?ID=1285 (Erişim tarihi:11.05.2017).

[4] http://www.arch.cam.ac.uk/aboutus/mesopotamia/mesopotamiaresearch/mesopotamia-geography (Erişim tarihi: 11.05.2017)

[5] http://www.ustuntugla.com/Images/genel/tarihce.pdf (Erişim tarihi:11.05.2017)

[6] http://www.pilliblog.com/pilli/babil-kulesi-nerededir-ne-zaman-ve-kim-tarafindan-yaptirilmistir (Erişim tarihi:11.05.2017).

[7] http://www.cativecephe.com/?pid=27308 (Erişim tarihi:11.05.2017).

[8] https://www.flickr.com/photos/sinandogan/13192049163 (Erişim tarihi:11.05.2017).

[9] http://www.geziresim.com/sivas-divrigi.html (Erişim tarihi:11.05.2017).

[10] https://www.corumbloktugla.com/index.php/bilgi-bankasi/tuglanin-tarihi (Erişim tarihi:11.05.2017).
[11] http://blog.istanbul1881.com/fatih-sultan-mehmet-ve-topkapi-sarayi/ (Erişim tarihi:11.05.2017).
[12] http://www.nkfu.com/mihrimah-sultan-camii-hikayesi-hakkinda-bilgi/ (Erişim tarihi:11.05.2017).
[13] http://www.arsivbelge.com/yaz.php?sc=2535 (Erişim tarihi:11.05.2017)
[14] http://ermaden.com.tr/anasayfa/ (Erişim tarihi:11.05.2017).
[15] http://www.nace.com.tr/tr/urunler/kiricilar/yari-mobil-kirma-uniteleri (Erişim tarihi:11.05.2017).
[16] http://www.dickblick.com/products/blick-red-earthenware-clay/ (Erişim tarihi:11.05.2017).
[17] http://www.china-baoshen.com/ (Erişim tarihi:11.05.2017).
[18] http://www.fatihdinc.com.tr/2/2017/04/26/tuglanin-uretim-yonetimi-ve-teknoloji/ (Erişim tarihi:11.05.2017).
[19] http://www.dogusblok.com.tr/tugla-hakkinda/uretim-asamalari/ (Erişim tarihi:11.05.2017).
[20] http://kisi.deu.edu.tr//kamile.tosun/15._Seramikler_ve_pismis_toprak_urunler.pdf (Erişim tarihi:11.05.2017).
[21] *Taş ve Toprağa Dayalı Ürünler Sanayii Özel İhtisas Komisyonu Raporu*, Ankara, 2000
[22] http://www.yapisantugla.com/ (Erişim tarihi:11.05.2017).
[23] http://www.filyosatestugla.com/ (Erişim tarihi:11.05.2017).
[24] http://www.doganaytugla.com/catalog/CAT83B8/taban_tugla_serisi.aspx (Erişim tarihi:11.05.2017).
[25] http://yasarlardemir.com/Product.aspx?SId=9 (Erişim tarihi:11.05.2017).
[26] http://www.csb.gov.tr/turkce/dosya/ypg/PGDEgitimiTuglaSunumu.pdf (Erişim tarihi:11.05.2017).
[27] Karasu, B., Kaya, G., Özkara, Ö., *Tuğla ve Çatı Kiremitlerinin Fosfor Işıldamalı Sırlarla Kaplanması*, II. Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 108–113, 2002.
[28] Karasu, B., Kaya, G. ve Özkara, Ö., *Fosfor Esaslı Boyaların Çeşitli Seramik Sırlarında Kullanımı*, Anadolu Üniversitesi, Araştırma Fonu Yüksek Lisans Proje Son Raporu, 2002.
[29] Karasu, B., Kara, A., *Çatı Kiremitlerine Uygun Sırların Geliştirilmesi ve Karakterizasyonu*, I. Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 102–109, 2001.
[30] Erdem, M., *Kubad–Abad Saray Çinilerindeki Hayvan Motiflerinin İkonografisi, Simgesel Anlamı ve Günümüz Seramiğinde Yorumları*, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sanat Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2011.
[31] http://glazedbricks.com/ (Erişim tarihi:11.05.2017).
[32] Karasu, B., Kara, A., *Bazı Ticari Japon Renkli Kiremit Sırlarının Karakterizasyonu*, V. Uluslararası Katılımlı Seramik Kongresi Bildiriler Kitabı, 181–187, 2001.

[33]http://reward6464.qaqsknhqa.biz/default.aspx?u=bl3pte4&o=xbkkvzb&m=1&t=main2_desk&f=1 (Erişim tarihi:11.05.2017).
[34]http://www.diytrade.com/china/pd/8233965/300x400mm_glazed_ceramic_roof_tiles.html (Erişim tarihi:11.05.2017).
[35] Velasco, P. M., Morales Ortíz, M. P., Mendívil Giró, M. A., Muñoz Velasco, L., Fired Clay Bricks Manufactured by Adding Wastes as Sustainable Construction Material–A Review, Construction and Building Materials 63, 97–107, 2014.
[36] Wiemes, L., Pawlowsky, U., Mymrin, V., Incorporation of Industrial Wastes as Raw Materials in Brick's Formulation, Journal of Cleaner Production 142, 69–77, 2017.
[37] Karasu, B., Ay, N., *Elektroliz Atığının Tuğla Bünyelerinde Renklendirici Olarak Kullanılması*, 4. Ulusal Seramik Kongresi Bildiriler Kitabı, Eskişehir, 91–96, 1998.
[38] Songhui, L., Xuemao G., Saisai Z., Chi X., Haiyan Li, Jianwu Z., Sintering Red Mud Based Imitative Ceramic Bricks with CO_2 Emissions below Zero, Materials Letters 191, 222–224, 2017.
[39] Kim, S. Y., Jun, Y., Jeon, D., Oh, J. E., Synthesis of Structural Binder for Red Brick Production Based on Red Mud and Fly Ash Activated Using $Ca(OH)_2$ and Na_2CO_3, Construction and Building Materials 147, 101–116, 2017.
[40] Cusidó, J. A., Cremades, L. V., Environmental Effects of Using Clay Bricks Produced with Sewage Sludge: Leachability and Toxicity Studies, Waste Management 32, 1202–1208, 2012.
[41] Mohajerani, A., Abdul Kadir, A., Larobina, L., A Practical Proposal for Solving the World's Cigarette Butt Problem: Recycling in Fired Clay Bricks, Waste Management 52, 228–244, 2016.
[42] Alonso–Santurde. R., Andrés, A., Viguri, J. R., Raimondo, M., Guarini, G., Zanelli, C., Dondi, M., Technological Behaviour and Recycling Potential of Spent Foundry Sands in Clay Bricks, Journal of Environmental Management 92, 994–1002, 2011.
[43] Alonso-Santurde, R., Coz, A., Viguri, J. R., Andrés, A., Recycling of Foundry by–products in the Ceramic Industry: Green and Core Sand in Clay Bricks, Construction and Building Materials 27, 97–106, 2012.
[44] Gorhan, G., Simsek, O., Porous Clay Bricks Manufactured with Rice Husks, Construction and Building Materials 40, 390–396, 2013.
[45] Abdullah, A. C., Lee, C. C. , Effect of Treatments on Properties of Cement–Fiber Bricks Utilizing Rice Husk, Corncob and Coconut Coir, Procedia Engineering 180, 1266–1273, 2017.
[46] Sutcu, M., Akkurt, S., The Use of Recycled Paper Processing Residues in Making Porous Brick with Reduced Thermal Conductivity, Ceramics International 35, 2625–2631, 2009.
[47] Sutcu, M., del Coz Díaz, J. J., Rabanal, F. P. Á., Gencel, O., Akkurt, S., Thermal Performance Optimization of Hollow Clay Bricks Made up of Paper Waste, Energy and Buildings 75, 96–108, 2014.
[48] Herek, L. C. S., Eponina Hori, C., Miranda Reis, M. H., Mora, N. D., Tavares, C. R. G., Bergamasco, R., Characterization of Ceramic Bricks Incorporated with Textile Laundry Sludge, Ceramics International 38, 951–959, 2012.

[49] Xu, Y., Yan, C., Xu, B., Ruan, R., Zhi Wei, R., The Use of Urban River Sediments as a Primary Raw Material in the Production of Highly Insulating Brick, Ceramics International 40, 8833–8840, 2014.
[50] El Fgaier, F., Lafhaj, Z., Chapiseau, C., Use of Clay Bricks Incorporating Treated River Sediments in a Demonstrative Building: Case Study, Construction and Building Materials 48, 160–165, 2013.
[51] Faria, K. C. P., Gurgel, R. F., Holanda, J. N. F., Recycling of Sugarcane Bagasse Ash Waste in the Production of Clay Bricks, Journal of Environmental Management 101, 7–12, 2012.
[52] Koseoglu, K., Polat, M., Polat, P., Encapsulating Fly Ash and Acidic Process Waste Water in Brick Structure, Journal of Hazardous Materials 176, 957–964, 2010.
[53] Shakir, A. A., Naganathan, S., Mustapha, K. N., Properties of Bricks Made Using Fly Ash, Quarry Dust and Billet Scale, Construction and Building Materials 41, 131–138, 2013.
[54] Naganathan, S., Omer Mohamed, A. Y., Mustapha, K. N., Performance of Bricks Made Using Fly Ash and Bottom Ash, Construction and Building Materials 96, 576–580, 2015.
[55] Gencel, O., Characteristics of Fired Clay Bricks with Pumice Additive, Energy and Buildings 102, 217–224, 2015.
[56] Taha, Y., Benzaazoua, M., Hakkou, R., Mansori, M., Coal Mine Wastes Recycling for Coal Recovery and Eco–Friendly Brick Production, Minerals Engineering 107, 123–138, 2017.
[57] Fang, Y., Gu, Y., Kang, Q., Wen, Q., Dai, P., Utilization of Copper Tailing for Autoclaved Sand–Lime Brick, Construction and Building Materials 25, 867–872, 2011.
[58] Bilgin, N., Yeprem, H. A., Arslan, S., Bilgin, A., Gunay, E., Marsoglu, M., Use of Waste Marble Powder in Brick Industry, Construction and Building Materials 29, 449–457, 2012.
[59] Sutcu, M, Alptekin; H., Erdogmus, E., Er, Y., Gencel, O., Characteristics of Fired Clay Bricks with Waste Marble Powder Addition as Building Materials, Construction and Building Materials 82, 1–8, 2015.
[60] Eliche–Quesada, D., Corpas–Iglesias, F. A., Pérez–Villarejo, L., Iglesias–Godino, F. J., Recycling of Sawdust, Spent Earth from Oil Filtration, Compost and Marble Residues for Brick Manufacturing, Construction and Building Materials 34, 275–284, 2012.
[61] Muñoz, P., Morales, M. P., Mendívil, M. A., Juárez, M. C., Muñoz, L., Using of Waste Pomace from Winery Industry to Improve Thermal Insulation of Fired Clay Bricks. Eco–Friendly Way of Building Construction, Construction and Building Materials 71, 181–187, 2014.
[62] Aouba, L., Bories, C., Coutand, M., Perrin, B., Lemercier, H., Properties of Fired Clay Bricks with Incorporated Biomasses: Cases of Olive Stone Flour and Wheat Straw Residues, Construction and Building Materials 102, 7–13, 2016.
[63] Coletti, C., Maritan, L., Cultrone, G., Mazzoli, C., Use of Industrial Ceramic Sludge in Brick Production: Effect on Aesthetic Quality and Physical Properties, Construction and Building Materials 124, 219–227, 2016.
[64] Sakhare, V. V., Ralegaonkar, R. V., Use of Bio–briquette Ash for the Development of Bricks, Journal of Cleaner Production 112, 684-689, 2016.

[65] Phonphuak, N., Kanyakam, S., Chindaprasirt, P., Utilization of Waste Glass to Enhance Physical–Mechanical Properties of Fired Clay Brick, Journal of Cleaner Production 112, 3057–3062, 2016.
[66] M. El–Attar, M., Sadek, D. M., Salah, A. M., Recycling of High Volumes of Cement Kiln Dust in Bricks Industry, Journal of Cleaner Production 143, 506–515, 2017.
[67] Gencel, O., Sutcu, M., Erdogmus, E., Koc, V., Cay, V., Gok, M. S., Properties of Bricks with Waste Ferrochromium Slag and Zeolite, Journal of Cleaner Production 59, 111–119, 2013.
[68] Kinuthia, J. M., Nidzam, R. M., Towards Zero Industrial Waste: Utilisation of Brick Dust Waste in Sustainable Construction, Waste Management 31, 1867–1878, 2011.
[69] Kavas, T., Karasu, B., Arslan, O., *Utilization of Refractory Brick Wastes in Concrete Production as Aggregates*, Proceedings of Sohn International Symposium on Advanced Processing of Metals and Materials: Principles, Technologies and Industrial Practice, San Diego, America, 479–483, 2006.
[70] Bektas, F., Wang, K., Ceylan, H., Effects of Crushed Clay Brick Aggregate on Mortar Durability, Construction and Building Materials 23, 1909–1914, 2009.
[71] Chen, Mei–Zhu, Lin, Jun–Tao, Wu, Shao–Peng, Liu, Cong–Hui, Utilization of Recycled Brick Powder as Alternative Filler in Asphalt Mixture, Construction and Building Materials 25, 1532–1536, 2011.
[72] Yang, J., Du, Q., Bao, Y., Concrete with Recycled Concrete Aggregate and Crushed Clay Bricks, Construction and Building Materials 25, 1935–1945, 2011.
[73] Xiao, Z, Ling, T.–C., Poon, C.–S., Kou, S.–C., Wang, Q., Huang, R., Properties of Partition Wall Blocks Prepared with High Percentages of Recycled Clay Brick after Exposure to Elevated Temperatures, Construction and Building Materials 49, 56–61, 2013.
[74] Zhu, P., Mao, X., Qu, W., Li, Z., Ma, Z. J., Investigation of Using Recycled Powder from Waste of Clay Bricks and Cement Solids in Reactive Powder Concrete, Construction and Building Materials 113, 246–254, 2016.
[75] Zawrah, M. F., Gado, R. A., Feltin; N., Ducourtieux, S., Devoille, L., Recycling and Utilization Assessment of Waste Fired Clay Bricks (Grog) with Granulated Blast–Furnace Slag for Geopolymer Production, Process Safety and Environmental Protection 103, 237–251, 2016.
[76] Zong, L., Fei, Z., Zhang, S., Permeability of Recycled Aggregate Concrete Containing Fly Ash and Clay Brick Waste, Journal of Cleaner Production 70, 175–182, 2014.
[77] Oti, J. E., Kinuthia, J. M., Stabilised Unfired Clay Bricks for Environmental and Sustainable Use, Applied Clay Science 58, 52–59, 2012.
[78] Mann, K. S., Heer, M. S., Rani, A., Investigation of Clay Bricks for Storage Facilities of Radioactive–Wastage, Applied Clay Science 119, 249–256, 2016.
[79] Graziani, L., Quagliarini, E., Bondioli, F., D'Orazio, M., Durability of Self–Cleaning TiO_2 Coatings on Fired Clay Brick Façades: Effects of UV Exposure and Wet & Dry Cycles, Building and Environment 71, 193–203, 2014.
[80] Calabria, A. J., Vasconcelos, W. L., Daniel, D. J., Chater, R., McPhail, D., Boccaccini, A. R., Synthesis of Sol–Gel Titania Bactericide Coatings on Adobe Brick, Construction and Building Materials 24, 384–389, 2010.

[81] Zak, P., Ashour, T., Korjenic, A., Korjenic, S., Wu, W., The Influence of Natural Reinforcement Fibers, Gypsum and Cement on Compressive Strength of Earth Bricks Materials, Construction and Building Materials 106, 179–188, 2016.
[82] Stefanidou, M., Karozou, A., Testing the Effectiveness of Protective Coatings on Traditional Bricks, Construction and Building Materials 111, 482–487, 2016.
[83] Bories, C., Vedrenne, E., Paulhe–Massol, A., Vilarem, G., Sablayrolles, C., "Development of Porous Fired Clay Bricks with Bio-Based Additives: Study of the Environmental Impacts by Life Cycle Assessment (LCA), Construction and Building Materials 125, 1142–1151, 2016.
[84] Graziani, L., Quagliarini, E., D'Orazio, M., The Role of Roughness and Porosity on the Self–Cleaning and Anti–Biofouling Efficiency of TiO_2–Cu and TiO_2–Ag Nanocoatings Applied on Fired Bricks, Construction and Building Materials 129, 116–124, 2016.
[85] Li, F., Zhou, J., Du, C., Li, W., Wang, Y., He, G., He, Q., Preparation and Photocatalytic Properties of Porous C and N Co–Doped TiO_2 Deposited on Brick by A Fast, One–Step Microwave Irradiation Method, J. of Environmental Sci., http://dx.doi.org/10.1016/j.jes.2017.03.042, 2017 (in press).
[86] Yurdusev, M., Kumanlıoglu, A. A., Abalı, Y., Zeybek, M. S., Neural Extension of Experimental Data to Investigate Using Phosphogypsume in Light Brick Production, Construction and Building Materials 23, 1871–1877, 2009.
[87] Cicek, T., Yasin Cincin, Y., Use of Fly Ash in Production of Light–Weight Building Bricks, Construction and Building Materials 94, 521–527, 2015.
[88] Benk, A., Coban, A., Possibility of Producing Lightweight, Heat Insulating Bricks from Pumice and $H_3PO_4^-$ or NH_4NO_3–Hardened Molasses Binder, Ceramics International 38, 2283–2293, 2012.
[89] Chiang, K.–Y, Chou, P.–H., Hua, C.–R., Chien, K.–L., Cheeseman, C., Lightweight Bricks Manufactured from Water Treatment Sludge and Rice Husks, Journal of Hazardous Materials 171, 76–82, 2009.
[90] Hu, H., Deng, Q., Li, Q. C., Xie, Y., Dong, Z., Zhang, W., The Recovery of Zn and Pb and the Manufacture of Lightweight Bricks from Zinc Smelting Slag and Clay, Journal of Hazardous Materials 271, 220–227, 2014.
[91] Raut, S. P., Sedmake, R., Dhunde, S., Ralegaonkar, R. V., Mandavgane, S. A., Reuse of Recycle Paper Mill Waste in Energy Absorbing Light Weight Bricks, Construction and Building Materials 27, 247–251, 2012.
[92] Xu, Y., Jiang, L., Xu, J., Li, Y., Mechanical Properties of Expanded Polystyrene Lightweight Aggregate Concrete and Brick, Construction and Building Materials 27, 32–38, 2012.
[93] La Rubia–García, M. D., Yebra–Rodríguez, Á., Eliche–Quesada, D.,Corpas–Iglesias, F. A., López–Galindo, A., Assessment of Olive Mill Solid Residue (Pomace) as An Additive in Lightweight Brick Production, Construction and Building Materials 36, 495–500, 2012.
[94] Gouny, F., Fouchal, F., Pop, O., Maillard, P., Rossignol, S., Mechanical Behavior of an Assembly of Wood–Geopolymer–Earth Bricks, Construction and Building Materials 38, 110–118, 2013.

[95] Ahmari, S., Zhang, L., Utilization of Cement Kiln Dust (CKD) to Enhance Mine Tailings–Based Geopolymer Bricks, Construction and Building Materials 40, 1002–1011, 2013.
[96] Ferone, C., Colangelo, F., Cioffi, R., Fabio Montagnaro, F., Santoro, L., Mechanical Performances of Weathered Coal Fly Ash Based Geopolymer Bricks, Procedia Engineering 21, 745–752, 2011.
[97] Dondi, M., Guarini, G., Raimondo, M., Zanelli, C., Recycling PC and TV Waste Glass in Clay Bricks and Roof Tiles, Waste Management 29, 1945–1951, 2009.
[98] Tonoli, G. H. D., Santos, S. F., Savastano Jr. H., Delvasto, S., Mejía de Gutiérrez, R., del M. Lopez de Murphy, M., Effects of Natural Weathering on Microstructure and Mineral Composition of Cementitious Roofing Tiles Reinforced with Fique Fibre, Cement & Concrete Composites 33, 225–232, 2011.
[99] Poyraz, H. B., Erginel, N., Ay, N., The Use of Pumice (Pumicite) in Transparent Roof Tile Glaze Composition, Journal of the European Ceramic Society 26, 741–746, 2006.
[100] Lavat, A. E., Trezza, . A., Poggi, M., Characterization of Ceramic Roof Tile Wastes as Pozzolanic Admixture, Waste Management 29, 1666–1674, 2009.
[101] Caki, M., Karasu, B., Yesilay, S., Imrak, R. and Bayraktar, C., *The Use of Fired Roof Tile and Brick Wastes in Stoneware Bodies as Alternative Raw Materials*, Proceedings of the REWAS 2008 Global Symposium on Recycling, Waste Treatment and Clean Technology, Cancun, Mexico, 1541–1548, 2008.
[102] Herbudiman, B., and Saptaji, A. M., Self-Compacting Concrete with Recycled Traditional Roof Tile Powder, Procedia Engineering 54, 805–816, 2013.
[103] Kaya, Y. S., Karasu, B., Karacaoğlu E., *General Review of Application of Phosphorescence Pigments in Ceramic Industry*, The Proceedings of SERES'09 I. International, Ceramic, Glass, Porcelain Enamel, Glaze and Pigment Congress, 608–616, 2009.
[104] Karasu, B., *Geleneksel Seramiklerde Kullanım Potansiyeline Sahip İnorganik Esaslı Fosfor Işıldamalı Pigmentler*, VII. Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 305–321, 2013.
[105] Gonçalves, A., Resende, J., Marques, A. C., Pinto, J. V., Nunes, D., Marie, A., Goncalves, R., Pereira, L., Martins, R., Fortunato, E., Smart Optically Active VO_2 Nanostructured Layers Applied in Roof–Type Ceramic Tiles for Energy Efficiency, Solar Energy Materials & Solar Cells 150, 1–9, 2016.
[106] Alchapar, N. L., Correa, E. N., Aging of Roof Coatings. Solar Reflectance Stability According to Their Morphological Characteristics, Construction and Building Materials 102, 297–305, 2016.
[107] Jovaní, M., Sanz, A., Beltrán–Mir, H., Cordoncillo, E., New Red–Shade Environmental–Friendly Multifunctional Pigment Based on Tb and Fe Doped $Y_2Zr_2O_7$ for Ceramic Applications and Cool Roof Coatings, Dyes and Pigments 133, 33–40, 2016.
[108] D'Orazio, M., Di Perna, C., Principi, P., Stazi, A., Effects of Roof Tile Permeability on the Thermal Performance of Ventilated Roofs: Analysis of Annual Performance, Energy and Buildings 40, 911–916, 2008.

[109] Murata, K., Yagiura, T., Takeda, K., Tanaka, M., Kiyama, S., New Type of Photovoltaic Module Integrated with Roofing Material (Highly Fire–Resistant PV Tile), Solar Energy Materials & Solar Cells 75, 647–653, 2003.
[110] Bahaj, A. S., Photovoltaic Roofing: Issues of Design and İntegration into Buildings, Renewable Energy 28, 2195–2204, 2003.
[111] Wenham, S. R., Bowden, S., Dickinson, M., Largent, R., Shaw, N., Honsberg, C. B., Green, M. A., Smith, P., Low Cost Photovoltaic Roof Tile", Solar Energy Materials & Solar Cells 47, 325–337, 1997.
[112] Fasana, S., Nelva, R., Improvement of the Water Resistancy in the Integration of Photovoltaic Panels on Traditional Roofs, Construction and Building Materials 48, 1081–1091, 2013.
[113] Ikeda, K., Kim, H.–S., Kaizu, K., Higashi, A., Influence of Firing Temperature on Frost Resistance of Roofing Tiles, Journal of the European Ceramic Society 24, 3671–3677, 2004.
[114] Portillo, M. C., Gazulla, M. F., Sanchez, E., Gonzalez, J. M., A Procedure to Evaluate The Resistance to Biological Colonization as a Characteristic for Product Quality of Ceramic Roofing Tiles, Journal of the European Ceramic Society 31, 351–359, 2011.
[115] Ahmad, I., Performance of Antisolar Insulated Roof System, Renewable Energy 35, 36–41, 2010.
[116] Xu, J., Yang, Y., Cai, B., Wang, Q., Xiu, D., All–Ceramic Solar Collector and All–Ceramic Solar Roof, Journal of the Energy Institute 87, 43–47, 2014.
[117] Mozumder, A., Singh, A. K., Solar Heat Flux Reduction through Roof Using Porous Insulation Layer, Energy Procedia 30, 446–451, 2012.
[118] Hens, H. S. L. C., The Vapor Diffusion Resistance and Air Permeance of Masonry and Roofing Systems, Building and Environment 41, 745–755, 2006.
[119] Lee, S., Park, S. H., Yeo, M. S., Kim, K. W., An Experimental Study on Airflow in the Cavity of a Ventilated Roof, Building and Environment 44, 1431–1439, 2009.
[120] Berdahl, P., Akbari, H., Levinson, R., Miller, W. A., Weathering of Roofing Materials–An Overview, Construction and Building Materials 22, 423–433, 2008.
[121] Gazulla, M. F., Sánchez, E., González, J. M., Portillo, M. C., Orduña, M., Relationship between Certain Ceramic Roofing Tile Characteristics and Biodeterioration, Journal of the European Ceramic Society 31, 2753–2761, 2011.
[122] Jayasinghe, M. T. R., Attalage, R. A., Jayawardena, A. I., Roof Orientation, Roofing Materials and Roof Surface Colour: Their Influence on Indoor Thermal Comfort in Warm Humid Climates, Energy for Sustainable Development, Volume VII, No. 1, March 2003.
[123] Vijayaraghavan, K., Green Roofs: Acritical Review on the Role of Components, Benefits, Limitations and Trends, Renewable and Sustainable Energy Reviews 57, 740–752, 2016.
[124] Iba, C., Ueda, A., Hokoi, S., Frost Damage of Roof Tiles: A Study on Moisture Boundary Conditions, Energy Procedia 78, 2530 – 2535, 2015.
[125] Ulubeyli, S., Kazaz, A., Er, B., Birgonul, M. T., Comparison of Different Roof Types in Housing Projects in Turkey: Cost Analysis, Procedia–Social and Behavioral Sciences 119, 20–29, 2014.

[126] Han, R, Xu, Z., Qing, Y., Study of Passive Evaporative Cooling Technique on Water–Retaining Roof Brick, Procedia Engineering 180 , 986–992, 2017.

"DOG" AS AN ILLUSTRATIVE EXPRESSION IN THE ART OF CERAMICS

Asst. Prof. Senem Aker Ensari

Abant İzzet Baysal University Faculty of Fine Arts Ceramics Department

Bolu/TURKEY

ABSTRACT

Since ancient times, the Dog has become one of the closest natural beings to human beings with a loyal, sensitive and protective instinct. In the relevant literature, the common symbiotic relationship between human and dog is being explained by many similar features such as "living in a colony with the opposite sex, social hierarchy observations, status indulgences, deep love, loyalty and harmony efforts, being predators rather than hunters" [1].

The dog, which was one of the living beings that humans first tamed in the Neolithic period, has been valued in parallel with the cultural structures of the societies. This value varied according to the religious and mythological beliefs of human groups in particular. These differences can be explained that in ancient Egypt, which was one of the Pagan believers, it had been believed that the dog was a mighty being able to survive between death and the present, and in some Muslim societies, it had been accepted as a "Abominable", which means an irritating, disgusting entity.

The dog, which is in human life, has been instrumental in representing, symbolic, or direct expression in every area of art from ancient times to the century we are in. These narratives reflect the cultural characteristics and problems of the society in which the artists live, their earthly feelings through the figure of the dog in terms of critical or peaceful aspects . As a figurative narrative, the subject of dog has been given a wide place in the history of arts, so the art of ceramics has been evaluated in its history and contemporary productions of today.

Keywords: Ceramics, Art, Dog, Human, Society.

INTRODUCTION

People's perception towards nature and natural beings and their approach to this direction varied in parallel with the culture, belief and traditions of the community. These approaches are determined by the cultural characteristics of the period in which human groups living in different geographies. The dog, one of the natural beings, passed the literature as the first domesticated "living being" in the Neolithic age. In this era, the human being who has settled in an effective turn to meet basic requirements such as agriculture and animal husbandry has entrusted their living spaces to the dog which has discovered the protective instinct. The ability of the dog to be educated, to be a servant, loyal, etc., brought by being a mammal species makes it easier to establish relationships with people.

In primitive times, primitive man made paintings on sculptures or cave walls of functional vessels from different materials for their basic necessities, or a lot of figurines caring for rituals of faith. In these vessels or sculptures, the beings that are part of the human life are aggrandized or abandoned by being shaped according to the priority and sacredness of the beings. A large number of human and animal figurines were made in all primitive periods. The dog figurines made in the Neolithic period are sometimes seen in archaeological literature as a ceremonial pot (rhyton) and sometimes as depicted statuettes.

Figure 1. Rhyton-Assyrian Trade Colonies Era

Figure 2. Rhyton- Ancient Greece

In cultures where Pagan beliefs prevail, the "social value" of the dog varies. In ancient Egypt the dog has a very important place. This is resulted after the Egyptians discovering the ability of the

dog to live both in the two worlds, apart from the dog's only domestic structure that serves. Johns explains the high value of the dog in pagan beliefs like Ancient Egypt:

> "This may be one of the reasons for the widespread belief that "the dogs are just like us" and nevertheless their ability to remain part of the animal world, and that pagan societies have the common belief of the dog's ability to magically move between everyday life and the afterlife. They have been thought that they can jump from the world of existence to the other world in one step, in the same way, they jump from their natural animal life to the human lifestyle they have adapted, the fear of the unknown affects people but not them at all. This parallelism is reinforced by the fact that dogs often notice things that people can not feel with their awesome sense of smell and hearing. In many belief systems it is not only the keepers of the afterlife doors, but also the dogs that are animated in guides that accompany dead people to the rest of the world."[1]

According to the ancient Egyptian beliefs, dog's mighty existence, mentioned above, had been benefitted at the funeral ceremonies. Corpses had been mummified first, then had been tried by many gods, and then had been sent to the other world. At every step of this ritual, the dog is the inspector and provides the transition to the other world. This dog, called "Anubis" in ancient Egypt, is depicted differently in many works of art (Figure 3).

Figure 3. God Anubis Figurative Wood tombstone, Late Period, around 323-525 BC, Egypt.

The dog, regarded as a supernatural being in ancient Greece and Rome, is an important part of the dead farewell ceremonies with the name "Kerberos". The duty of Kerberos is to send to the other

[1] Johns, K., The Life and Death Keepers, P World Art Review, Issue: 49, pp.28-2008.

world and prevent dead ones like Anubis to come back. According to the beliefs and sayings Kerberos is also the guardian of the other world. Unlike ancient Egypt, Kerberos in Greece and Rome are not deified as Anubis, but are regarded as guardianship, the most basic task of the dog [2]. Kerberos is described as a being with several heads in the same body and with snake mane in the ancient Greek vases seen in Figures 4 and 5 [3].

Figure 4.

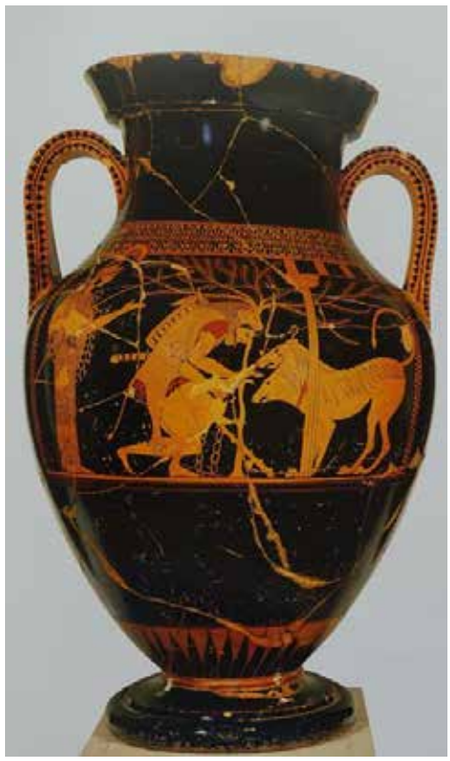


Figure 5.

While Heracles Sends Kerberos to Hades, Amphora Athens Style, 490 BC, Greece.

Among the cultures with dog-related rumors are China. Dogs, called "Foo dogs", are loyal and protective according to beliefs. Foo dogs depicted in Chinese art of the late 17th and early 18th century Quing Dynasty with porcelain material are legendary creatures dreaming as half lions and half dogs [3] (Figure 6).

Figure 6. Biblical Descriptions of Two Foo Dogs, Quing Dynasty Period, End of 17th Century. Early in 18th century.

Mesoamerica's Colima settlement was a region where people believing polytheistic religion lived. As a result of the archeological excavations made in this area in the 1950s, numerous wells and tombs have been found in the figures of dogs made of clay. According to archaeologists, the Colima native, who were Shaman, buried the dead with dog figures. These dog figures were in rounded shape, with sharp-edged ears, hand-shaped in a sitting or lying position. Shamans used the animals they interacted with to communicate with supernatural powers. Among them, human face dog figurines were also found. The surfaces of the ceramic dogs were polished, smooth and shiny. This was due to the mutation of the dogs living in Mesoamerica 3500 years ago (Figure 7-8)

Figure 7. Dog with Human Mask Dog BC.100-AC 200.

Figure 8. Sitting Dog 300 AC.

The pre-Columbian expert Shelly Courvette believes that the value of the Colima dogs throughout the generations is unknown and destroyed by the people living in the area:

> "The widespread premiere of Western Mexican ceramics today was not always understood. At the center of the recent debate is the collision of the idea that these sculptures are spiritually important and the idea that their secular and narrative qualities are important. As generations drove the Mexican farmers' lands, thousands of ceramic sculptures and pottery were found. The collectors ignored them because they thought they were formless and even funny. Because these objects were not worth the market, they were all blown away "[2]

In the 1930s, a group of artists, such as Frida Kahlo and Diego Rivera of Mexico, took advantage of these important figures of local cultures and used them in their own arts. On this count, the collectors have been taking care of the Colima dogs. Researcher Fernandez considers Colima dogs made of ceramics to be a valuable social artifact, not only because it is a valuable artistic heritage of indigenous Mexican people, but also because of the longest-running relationship that humans have established with other species [4].

2. DOG AS AN IMAGE IN CONTEMPORARY CERAMIC ART

When the history of 20th and 21st Century Western Art is examined, it is seen that the artists treat the artistic space with different styles and contents as a figurative element. In this period, the figure of the dog in art is no longer expressed with religious rituals but with artistic way of socio-cultural approaches. While trying to reflect social problems such as society-individual relation, status-class stratification, war, generally, countless states of dogs are examined as a figure. Giacometti's dog is one of these. Giacometti tried to reflect the tired, helpless, lost feelings left by him during World War II with this work [5] (Figure 9).

[2] Corvette, Shelly. Gypsy Red Dogs, P World Art Magazine, Issue: 49, p: 82., 2008.

Figure 9. "Dog" Alberto Giacometti. 1951

Funk, which emerged in the 1960s, is an art movement that satirizes political, religious and social events as well as daily life. Funk artists have made serial and sloppy artistic productions with cheap materials, refusing to be perfect and unique of the artwork [6]. Robert Arneson, one of the pioneers of this movement, made dog figures using his own portrait during a series of works called "Laughing My Head Off" [7] between 1976 and 1982. Here he exhibits a witty and peaceful attitude towards his own existence. (Figure 10-11).

Figure 10. Robert Arneson. Old Bob with Itch. 1976-1982.

Figure 11. Robert Arneson, Doggie Bob,1976- 1982.

Numerous expressions of dog imagery have been found in contemporary ceramics art in the 21st century in the content of the research. Since the readings and receptions of these works are not possible in the field, there are often images with explanatory texts in the literature.

American ceramic artist Joe Bova performs figurative animal sculptures and organizes workshops on this subject at international ceramic centers. Bova has shaped this archaic form with a contemporary expression by emulating rhytons, which is a ceremonial vessel used in religious rituals in ancient times (Figure 13).

Figure 12. Joe Bova- "Dog Rhyton" 2005. 16.5-19-22.9 cm. Porcelain-stoneware.

Kerry Jameson approaches the dog form in a holistic perspective. Jameson tends to create absurd sculptures by playing with the proportions of the dog's gender, which she takes as an image, as well as an imprecise mode of understanding [8] (Figure 13).

Figure 13. Kerry Jameson. "Bull Terrier Sitting with a Cloak" 2000. 41-28-28 cm. Earthenware

Cheryl Andrews has focused on dog and human relationships in her works since the early 2000s. It expresses a critical dynasty in the work of human beings to create hybrid races according to their liking using different dog breeds and to make it a sector [9] (Figure 14).

Figure 14. Cheryl Andrews, Evolution, 61-40.6 cm,2005.

Figures 15 and 16 illustrate different formal descriptions of similar contents. This content is that dogs of the three artists living in the same house are not different from the people. Since, artist Janis Mars Wunderlich sees her dog as a boss who lives in the home of the ruling and reigning monarch, and Ann Roberts feels admiration for the superior abilities of dogs to integrate into the human world, they use dog as a leading figure in their work [10].

Figure 15. Ann Roberts, The Last Waltz, 39-24-18 cm,earthenware,2004.

Figure 16. Janis Mars Wunderlich, Puppy King, 48.3-22.9-40.6 cm.2005.

The British sculptor Nick Mackman is an artist who has made a name for herself on the international art platform with his animal figures shaped in close proximity to reality. The artist who received many awards with sculptures shapes the animals she has modeled with different materials like ceramic, bronze and wood. Figure 17 shows the Dachsund dog figure from Mackman's ceramic ware [11].

Figure 17. Nick Mackman- Dachsund Ceramic Dog -45-30-15 cm.Raku.

3. PERSONAL APPLICATIONS

The fact that the dog and the human being are part of the same nature is questioned in an ironic way in the display of the personal ceramics Life at Another Place in 2015. It is the collective insanity of the human mentioned by Echart Tolle, who created the theme of the exhibition, in the book "The Power of Being", is the main idea of the exhibition. Tolle, in his book, [12]. considers the eccentric and destructive stance that human beings, who are considered to be the supreme being of nature with their mentality and emotions, put forth in the name of survival (!) in the short history of mankind. The art theorist Dilek Şener, in the catalog writing entitled "A World of Dog and A World wit a Dog", admits the chain of thinkers forming the exhibition as follows: "Ego madness disrupts the peace of nature and makes people more lonely every day. This name was briefly put into advanced civilization. Living with this name given by man again becomes more and more complicated with each passing day, and it turns into a lost ball. On the contrary,

while human beings, standing in the ego center unaware of each knot that is added to the ball, think that nature and nature's creatures are tamed, they live by "wildening and alienating" themselves. A World of Dog images is mirrored by the culture of coexistence and cohesion.

In some places dogs and people are changing places and dogs wearing "eccentric creature" clothes are the ones that people have domesticated for some time. The mercilessness of man is piercing through the metaphorical imagen. On the opposite corner, dogs are confronted with the identity of a well-worn life partner with spirituality that does not exist. It can not be singular, it is fed with the breath of other creatures ... Standing by the power of the universe![13]. Figures 18, 19, and 20 show some of the works in the personal ceramic exhibition "Life is Elsewhere".

Figure 18 . Senem A. Ensari. Confused Head, 32-14-16 cm, Hand-shaped, Stoneware,2015.

Figure 19. Senem A. Ensari. Music Box, 45-45 cm, Arrangement,Raku, 2015.

Figure 20. Senem A. Ensari.Dream and Truth, 34-24 cm, Hand-shaped, Decor, Stoneware, 2015.

4. GENERAL EVALUATION AND CONCLUSION

Researches conducted within the context of the paper indicate that the position of the dog has changed depending on the culture and beliefs of the person. It has been observed that a creature that has been often deified or cultivated in different civilizations in antiquity, has come into life from the end of the Middle Ages to humans, especially in Western societies. As an image in the art, the dog's subject changes perceptually in different art disciplines (in the literature, in the painting, in the sculpture, in the contemporary art) and is often transformed into a medium of expression that reflects social problems in the language of artistic expression. The presentations have been art productions consisting of human-human, human-animal, criticisms of society-individual relations, sympathy of being a dog as a being, or purely formal interactions in contemporary ceramics arts.

The beginning of the personal creative process for imagery has been that living together with many dogs in individual life has evolved into a deeply spiritual relationship that initially sensed emotionally, but later felt "mutually". This feeling is not the filling of the spiritual void of the individual whom the commonly interpreted modern life loners with a domestic animal. Even the feeling of pure loyalty of the dog can connect the person to him/herself. Yet, even this commitment points to human egos who are awaiting obedience. These findings have created artistic products of observing with a personal perception.

REFERENCES

[1]Johns, K., Yaşamın ve Ölümün Bekçileri, P Dünya Sanatı Dergisi, Num:49,28,29,2008.

[2]Platzner,G.,Efsanevi Çobanlar, Kahraman Avcılar, P Dünya Sanatı Dergisi, Numı:49,36,2008.

[3]Aksoy,Ş.,Köpeğine aslanların Köle Olduğu Sevgili, P Dünya Sanatı Dergisi,Num:49,35,2008.

[4]Fernandez,A., Gizemli Kırmızı Köpekler, P Dünya Sanatı Dergisi,Num:49,:2008.

[5]SınırsızlığınUcundaBirFigür:Giacometti.
http://www.rifatsahiner.com/makaleler/giacometti.pdf. (Date of Access: 17.06.2017)

[6]Robert Arneson: Family and Friends.https://tr.pinterest.com/pin/45810121179286092/

(Date of Access: 6.06.2017).

[7]TheLaughingHeadOff.
http://www.kentmarshall.com/pages/02-04.html.

(Date of Access: 01.07.2017).

[8],[9],[10] Tourtillott,S.J.E, .Five Hundred Animals in Clay,Lark Books Publishing,2006.

[11] http://nickmackmansculpture.co.uk/buy/dachshund-dog-sculpture-2.

(Date of Access:10.07.2017).

[12] Tolle,Echart. Varolmanın Gücü, Koridor Yayıncılık,2006.

[13] Ensari Aker, S Yaşam Başka Yerde, Kişisel Sergi Kataloğu,Ziraat Bankası yayınları,2014.

*Anadolu Medeniyetleri Müzesi ekatalog: http://www.anadolumedeniyetlerimuzesi.gov.tr/

(Date of Access: 15 .05.2017).

*Antik Yunanlılar Köpeklerine Nasıl İsim Veriyordu?http://arkeofili.com/antik-yunanlilar-evcil-kopeklerine-nasil-isim-veriyordu/

(Date of Access: 15 .05.2017).

*İpşiroğlu, N., Sanatçı Gözüyle Köpek, Yapı Kredi Yayınları,2011.

SERAMİK SANATINDA FİGÜRATİF BİR ANLATIM OLARAK "KÖPEK "

Yrd. Doç. Senem Aker Ensari

Abant İzzet Baysal Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Bölümü

Bolu/TÜRKİYE

ÖZET

Eskiçağlardan bu yana Köpek; sadık, duyarlı ve korumacı içgüdüsüyle insana en yakın doğa varlıklarından biri olagelmiştir. İnsan ve köpek arasındaki ortak yaşamsal (sembiyotik) ilişki; konu ile ilişkin literatürde; "İki türünde karşı cinsle birlikte koloniler halinde yaşaması, sosyal hiyerarşi gözetmeleri, statü düşkünlükleri, derinlikli sevgi, sadakat ve uyumlu olma çabaları, avcı olmaktan çok yağmacı olmaları"[1] gibi benzeşen pek çok özellikle açıklanmaktadır.

Neolitik dönemde insanoğlunun ilk evcilleştirdiği canlılardan biri olan köpek, toplumların kültürel yapılarına paralel olarak değer görmüştür. Bu değer, özellikle insan gruplarının dinsel ve mitolojik inançlarına göre değişkenlik göstermiştir. Bu farklılıklar; Pagan inançlı toplumlardan olan Eski Mısır'da; köpeğin ölümden sonraki ve şimdiki yaşam arasında yaşayabilen kudretli bir varlık olduğuna inanılırken; bazı müslüman toplumlarda ise "Mekruh" yani irite edici, tiksindirici bir varlık olarak kabul edilmesi ile açıklanabilir.

İnsan yaşamının içinde yer alan köpek, eskiçağlardan içinde bulunduğumuz yüzyıla değin sanatın her alanında temsili, sembolik veya doğrudan anlatımlara aracı olmuştur. Bu anlatımlar; sanatçıların içinde yaşadığı toplumun kültür özelliklerini, sorunsallarını, dünyevi duygularını eleştirel veya barışçıl anlamda köpek figürü üzerinden yansıtmaktadırlar. Figüratif bir anlatım olarak köpek konusuna; sanat tarihinde geniş bir yer verildiğinden bildiri kapsamında, seramik sanatı tarihi ve günümüz çağdaş üretimleri özelinde değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Seramik, Sanat, Köpek, İnsan,Toplum.

GİRİŞ

İnsanın doğa ve doğa varlıklarına karşı algısı ve bu doğrultudaki yaklaşımları ait olduğu toplumun kültür, inanç ve yaşam geleneklerine paralel olarak değişkenlik göstermiştir. Bu yaklaşımları farklı coğrafyalarda yaşayan insan gruplarının yaşamış oldukları dönemin kültürel özellikleri belirler. Doğa varlıklarından biri olan köpek, Neolitik çağda ilk evcilleştirilmiş "canlı" olarak literatüre geçmiştir. Bu çağda yerleşik hayata geçen insanoğlu tarım, hayvancılık gibi temel gereksinimlerini karşılayacak etkin bir döneme girmiş ve yaşam alanlarını korumacı içgüdüsünü keşfetmiş olduğu köpeğe emanet etmiştir. Köpeğin bir memeli türü olmasının beraberinde getirdiği eğitilebilir, hizmetkar, sadık olabilme gibi özellikleri insanla ilişki kurabilmesini kolaylaştırmıştır.

İnsanoğlu, ilkel çağlarda temel gereksinimlerine yönelik farklı malzemelerden işlevsel kaplar veya inanç ritüellerine araçlık eden pek çok figürin heykeller ya da mağara duvarlarına resimlemeler yapmışlardır. Bu kaplar veya heykellerde insan yaşamının parçası olan varlıkların önceliğine, kutsallığına göre biçimlendirilerek bu bağlamda yüceltilmiş veya yerilmiştir. İlkel dönemlerin tümünde kilden çok sayıda insan ve hayvan figürinleri yapılmıştır. Neolitik dönemde yapılan köpek figürinleri kimi zaman törensel bir kap(riton) olarak kimi zaman ise sadece betimlenmiş heykelcikler olarak arkeolojik literatürde görülmektedir.

Şekil 1. Riton-Asur Ticaret Kolonileri Çağı

Şekil 2. Riton-Antik Yunan

Pagan inanışların hakim olduğu kültürlerde köpeğin sosyal değeri farklılık göstermektedir. Çok tanrılı dinli olan Eski Mısır'da köpek oldukça önemli bir yere sahipti. Mısırlılar köpeklerin iki dünyada birden yaşayabilen kudretli varlıklar olduklarına inanıyorlardı. Johns, köğeğin Eski Mısır gibi pagan inanışlarındaki yüksek değerini şöyle açıklanmaktadır:

> "Köpeklerin tıpkı bizim gibi" olma ve buna rağmen hayvan dünyasının bir parçası olarak kalma yetenekleri, pagan toplumlarının, köpekgillerin gündelik yaşam ile öbür dünya yani ölümden sonraki hayat arasında büyülü bir şekilde gidip gelme yetisine sahip olduklarına ilişkin yaygın inanışlarının nedenlerinden biri bu olabilir. Kendi hayvansı

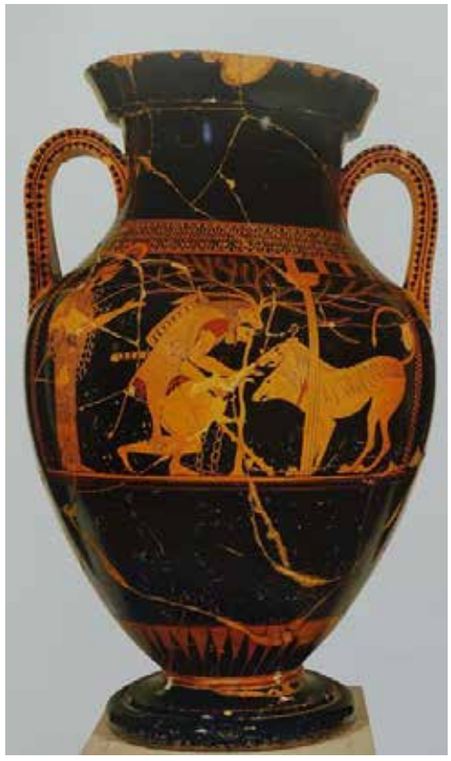
doğaları ve uyum sağladıkları insani yaşam biçimi arasındaki eşiği nasıl bir adımda atlıyorlarsa, sanılıyordu ki, varoluş dünyasından öteki dünyaya da aynı şekilde atlayabilirler; bilinmeyenin sebep olduğu korkular insanları etkileyebiliyorken onlar hiç etkilenmezler. Kurulan bu paralellik, müthiş gelişmiş koku alma ve işitme duyularıyla köpeklerin insanların hissedemedikleri şeyleri çoğu kez fark ediyor oldukları gerçeğiyle de güçlenmektedir. Bir çok inanç sisteminde yalnızca ahiret kapılarının bekçileri değil, aynı zamanda ölü insanlara öbür dünyaya geçmelerinde refakat eden kılavuzlarda köpeksi hayvanlar olarak canlandırılır".[1]

Eski Mısır dönemi inançlarına göre köpeğin yukarıda değinilen kudretli varlığı; cenaze törenlerinde değerlendiriliyordu. Ölüler önce mumyalanıyor, sonra pek çok tanrı tarafından yargılanıyor, ardından ise öbür dünyaya uğurlanıyordu. Bu ritüelin her basamağında köpek, denetleyici idi ve ölülerin öbür dünyaya geçişinden sorumlu sayılıyordu.Eski Mısır'da "Anubis" adıyla anılan bu köpek tanrılaştırılarak, pek çok sanat eserinde farklı şekillerde betimlenmiştir (Şekil 3).

Şekil 3. Tanrı Anubis Figürlü Ahşap Mezar Taşı, Geç Dönem, İÖ 323-525 dolayları,Mısır.

Eski Yunan ve Roma'da da doğaüstü bir varlık olarak görülen köpek, "Kerberos" adı ile ölü uğurlama törenlerinin önemli bir parçasıdır. Kerberos'un vazifesi Anubis gibi ölülerin Hades'e yani öbür dünyaya uğurlanarak ve geri dönmelerine engel olmaktır. İnançlara ve söylencelere Kerberos, öteki dünyanın da bekçisidir. Eski Mısır'ın aksine Yunan ve Roma'da Kerberos, Anubis gibi tanrılaştırılmamış, köpeğin en temel görevi olan bekçiliği ile değerlendirilmiştir. [2]. Kerberos; Şekil 4 ve 5'te görülen antik Yunan vazolarında aynı bedende birkaç kafadan oluşan, yılan yeleli bir varlık olarak tasvir edilmiştir.

[1] Johns, K., Yaşamın ve Ölümün Bekçileri, P Dünya Sanatı Dergisi, Sayı:49,syf.28-2008.



Şekil 4. **Şekil 5.**

Herakles Kerberos'u Hades'e Uğurlarken,Amfora Atina Üslubu, İ.Ö 490, Yunanistan.

Köpekler ile ilgili söylenceleri olan kültürler arasında Çin'de yer almaktadır. "Fo köpekleri" olarak adlandırılan bu köpekler inanışlara göre sadık ve korumacıdır. 17. yüzyıl sonu 18. yüzyıl başı Quing Hanedanı dönemine ait Çin sanatında porselen malzeme ile tasvir edilen Fo'lar yarı aslan yarı köpek olarak düşlenen efsanevi yaratıklardır [3](Şekil 6).

Şekil 6. Bir Çift Fo Köpeği'ni Betimleyen Biblolar, Quing Hanedanı Dönemi, 17. yy. sonu 18.yy. başları.

Mezoamerika'nın Colima yerleşkesi, çok tanrılı dine inanan toplumun yaşadığı bir bölge idi. Bu bölgede yapılan 1950'lerde yapılan arkeolojik kazılar sonucunda çok sayıda kuyu mezar ve mezarların içerisinde kilden yapılmış köpek figürleri bulunmuştur. Mezarlardan çıkarılan buluntular arasında insan yüzlü seramik köpeklere de rastlanmıştır. Bu buluntuların sonucu olarak arkeologlar, Şaman olan Colima yerli halkının, etkileşimde bulundukları hayvanları doğaüstü güçlerle ilişki kurmak için kullandıkları düşüncesine varmışlardır. Bu köpek figürinleri; yuvarlak hatlı, keskin kulaklı, oturur veya yatar pozisyonda elde şekillendirilmiş, yüzeyleri perdahlanmış pürüzsüz ve parlaktır. Araştırmacılar, Terra cotta köpek figürinlerinin perdahlı yüzeylerini, 3500 yıl önce MezoAmerika'da yaşayan köpeklerin mutasyona uğrayarak tüysüzleşmesine dayandırmaktadırlar. [4]. (Şekil 7-8).

Şekil 7. İnsan Maskeli Köpek İÖ.100-İS 200.

Şekil 8. Oturan Köpek İS. 300.

Kolomb öncesi sanatları uzmanı Shelly Courvette , Colima köpeklerinin, nesiller boyunca değerinin bilinmediğini ve bölgede yaşayan halk tarafından yok edildiğini düşünmektedir :

> "Batı Meksika seramiklerinin bugün yaygın olarak teslim edilen önemi, eskiden her zaman anlaşılmıyordu. Son zamanlardaki tartışmanın merkezinde bu heykellerin ruhani açıdan önem taşıdıkları fikri ile seküler ve öyküsel niteliklerinin önemli olduğu fikrinin çarpışması yer alıyor. Nesiller boyu, Meksikalı çiftçiler topraklarını sürerken binlerce seramik heykel ve çömlek

çıkardılar. Koleksiyoncular ise onları biçimsiz ve hatta komik buldukları için göz ardı ettiler. Çünkü bu nesnelerin pazarda değeri yoktu, hepsi kırılıp atıldı"[2]

1930'larda Meksika'lı Frida Kahlo ve Diego Rivera gibi sanatçılarında yer aldığı bir grup yerel kültürlerinin önemli parçalarından olan bu figürlere sahip çıkarak, kendi sanatlarında da kullanmışlardır. Bu sayede koleksiyoncuların Colima köpeklerine ilgisini çekmeyi başarmıştır. Fernandez; seramikten yapılmış Colima köpeklerinin yerli Meksika halkının kültürüne ışık tutan çok değerli sanatsal miras olmasının yanı sıra insanoğlunun kendinden başka bir türle kurduğu en uzun soluklu ilişkiyi yansıtması açısından da önemli sosyal bir durum olarak değerlendirmektedir[4].

2. ÇAĞDAŞ SERAMİK SANATINDA İMGE OLARAK KÖPEK

20. ve 21. Yüzyıl Batı Sanatı tarihi incelendiğinde sanatçıların figüratif bir öğe olarak köpeği sanatsal uzamda değişik biçem ve içerikle ele aldığı görülmektedir. Bu periyodda sanatta köpek figürü, artık dinsel ritüellere değil, sosyo-kültürel yaklaşımların sanatsal bir dille ifadelenmiştir. Genellikle toplum-birey ilişkisi, statü-sınıf katmanları, savaş gibi toplumsal sorunları yansıtmaya çalışırken figür olarak köpeğin sayısız halleri incelenmiştir. Giacometti'nin köpeği bunlardan biridir. Giacometti, İkinci Dünya Savaşı'nın kendisinde bıraktığı yorgun, çaresiz,yitik duyguları bu eseriyle yansıtmaya çalışmıştır [5] (Şekil 9)

Şekil 9. "Köpek" Alberto Giacometti. 1951.

1960'larda ortaya çıkan Funk, günlük yaşamın yanı sıra politik, dinsel ve sosyal olayları hicivle yansıtan bir sanat akımıdır. Funk sanatçıları, sanat eserinin kusursuz ve biricik olma

[2] Courvette,Shelly.Gizemli Kırmızı Köpekler, P Dünya Sanatı Dergisi, Sayı:49,syf:82.,2008.

anlayışını redederek, ucuz malzemeler ile seri ve özensiz sanatsal üretimler yapmışlardır[6]. yapmıştır. Bu akımın öncülerinden olan Robert Arneson,1976-1982 yılları arasında "Kafamla Alay"[7] isimli bir seri çalışmasında kendi portresini kullandığı köpek figürleri Burada kendi varlığına karşı nükteli ve barışık bir tutum sergilemiştir. (Şekil 10-11).

Şekil 10. Robert Arneson .Kaşıntılı Yaşlı Adam. 1976-1982.

Şekil 11. Robert Arneson, Köpek Bob,1976- 1982.

Bildiri kapsamında yapılan yayın araştırmalarında 21. yüzyıl çağdaş seramik sanatında köpek imgesinin sayısız ifadesine rastlanmıştır. Bu yapıtların okumaları-alımlamaları alan itibariyle mümkün olamadığından sıklıkla literatürde esere dair açıklama metni olan görsellere yer verilmiştir.

Amerikalı seramik sanatçısı Joe Bova, figüratif hayvan heykelleri yapmakta ve Uluslararası seramik merkezlerinde bu konuda çalıştaylar düzenlemektedir. Bova, eskiçağlarda dinsel ritüellerde kullanılan törensel bir kap olan ritonlar öykünerek bu arkaik formu çağdaş bir anlatımla şekillendirmiştir (Şekil 12).

Şekil 12. Joe Bova- "Köpek Riton" 2005. 16.5-19-22.9 cm. Porselen-Stoneware.

Kerry Jameson, köpek formuna bütünsel bir biçim anlayışıyla yaklaşmaktadır. Jameson, detaysız bir modle anlayışının yanı sıra imge olarak aldığı köpek cinsinin proporsiyonuyla oynayarak absürd heykeller yaratma eğilimindedir[8] (Şekil 13).

Şekil 13. Kerry Jameson. "**Oturan Gocuklu Bull Terrier"2000. 41-28-28 cm. Earthenware.**

Cheryl Andrews, 2000'li yıllarının başından itibaren eserlerinde köpek ve insan ilişkilerine odaklanmıştır. İnsanın farklı köpek cinslerini kullanarak kendi beğenisine göre melez ırklar yaratması ve bunu bir sektör haline getirmesini eserlerinde eleştirel bir dille ifadelendirmektedir. [9] (Şekil 14).

Şekil 14. Cheryl Andrews, Evrim, 61-40.6 cm,2005.

Şekil 15 ve 16'da benzer içeriklerin farklı biçimsel anlatımları görülmektedir. Bu içerik, üç sanatçının da aynı evin içinde yaşadıkları köpeklerini insandan farksız görmeleri ve bireyleştirmeleridir. Sanatçı Janis Mars Wunderlich; köpeğinin evde söz sahibi ve saltanat içinde yaşayan bir patron olarak gördüğünden, Ann Roberts, ise köpeklerin insan dünyasına entegre olabilen üstün yeteneklerine duyduğu hayranlığından, çalışmalarında baş figür olarak kullanmaktadır. [10]

Şekil 15. Ann Roberts, Son Vals, 39-24-18 cm,Earthenware,2004.

Şekil 16. Janis Mars Wunderlich, Köpek Kral, 48.3-22.9-40.6 cm.2005.

İngiliz heykeltraş Nick Mackman, gerçeğe çok yakın görünümde biçimlendirdiği hayvan figürleri ile Uluslararası sanat platformunda adını duyurmuş bir sanatçıdır. Heykelleri ile çok sayıda ödül alan sanatçı, model aldığı hayvanları seramik, bronz ve ahşap gibi farklı malzemeler ile şekillendirmektedir. Şekil 17'de Mackman'in seramik malzemeden oluşturduğu Dachsund cinsi köpek figürü yer almaktadır[11].

Şekil 17. Nick Mackman- Dachsund Seramik Köpek -45-30-15 cm.Raku.

3. KİŞİSEL UYGULAMALAR

2015 yılında açılan Yaşam Başka Yerde isimli kişisel seramik sergisinde köpek ve insanın aynı doğanın parçası olduğu hakkındaki bilindik gerçeği ironik bir anlatımla sorgulanmıştır. Serginin temasını oluşturan Echart Tolle'nin "Varolmanın Gücü" kitabında değindiği insanın kolektif deliliğidir. Tolle, kitabında aklı ve duyguları ile doğanın en üstün varlığı kabul edilen insanın; hayatta kalma adına(!) ortaya koyduğu egosantrik, ve yıkıcı tutumunu insanlığın kısa tarihi içinde değerlendirmiştir. [12]. Sanat teorisyeni Dilek Şener, "Bir Dünya Köpek veya Köpekle Bir Dünya" başlıklı katalog yazısında; sergiyi oluşturan düşünceler zincirini şöyle alımlamıştır: " Egonun deliliği doğanın huzurunu bozmakta, sadece canlıların değil insanların bir aradalığını da her geçen gün biraz daha yalnızlaştırmaktadır. Bunun adı kısaca ileri düzeyde medeniyet olarak konulmuştur. Yine insan tarafından verilen bu adla yaşamak her geçen gün biraz daha çetrefilleşmekte ve ucu bucağı kaçan bir yumağa dönüşmektedir. Yumağa eklenen her bir düğümün farkında olmadan rahatını ego merkezine bağlayan insanoğlu doğayı ve doğanın canlılarının evcilleştirdiğini sanırken, tam tersine, kendini "yabanileştirerek-yabancılaştırarak" yaşamaktadır. Bir Dünya Köpek imgeleri, birlikte yaşama kültürü ve uyumu özelliği ile yüceleştiriliyor.Kimi yerde köpek ve insan yer değiştiriyor ve "egosantrik mahluk" kıyafetini insanın bir zamanlar en önce evcilleştirdiği köpekler giyiyor. Metaforlaşan imgenin içinden insanın acımasızlığı delip geçiyor. Ters köşesinde ise köpekler, eşi bulunmayan maneviyat sahibi hatırlı bir yaşam eşi kimliğiyle karşımıza çıkıyor. Tekil olamayan,başka canlıların da soluğu ile beslenen… İradenin gücü ile ayakta duran!" [13]. Şekil 18,19 ve 20'de "Yaşam Başka Yerde" isimli kişisel seramik sergisinde yer alan eserlerden bazıları görülmektedir.

Şekil 18 . Senem A. Ensari. Kafam Karışık, 32-14-16 cm,Elle Şekillendirme, Stoneware,2015.

Şekil 19. Senem A. Ensari. Müzik Kutusu, 45-45 cm, düzenleme,Raku, 2015.

Şekil 20. Senem A. Ensari.Düş ve Gerçek, 34-24 cm ,Elle Şekillendirme, Dekor, Stoneware,2015.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bildiri kapsamında yapılan araştırmalar, köpeğin toplumdaki konumunun; insanın yaşadığı kültür ve inançlarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Eski çağlarda farklı uygarlıklarda sıklıkla tanrılaştırılan ya da korumacı-avcılık özelliği öne çıkan bir canlı, Ortaçağın sonlarından günümüze değin özellikle Batı toplumlarında insan dostu olarak yaşamlara girdiği gözlemlenmiştir. Sanatta imge olarak köpeğin öznesi farklı sanat disiplinlerinde (yazında, resimde, heykelde, güncel sanatta) algısal olarak değişmekte, çoğunlukla toplumsal sorunları sanatsal anlatım diliyle yansıtan ifade aracına dönüşmektedir. Bildiri de çağdaş seramik sanatı özelinde yer verilen günümüz eser seçkilerinde insan-insan, insan-hayvan, toplum-birey ilişkilerinin eleştirileri, varlık olarak insanın köpeğe olan sempatisi veya salt biçimsel etkileşimlerden oluşan sanat üretimleri olmuştur.

İmgeye ilişkin kişisel yaratıcı sürecin başlangıcı, bireysel yaşamda çok sayıda köpekle birlikte yaşamanın başlangıçta deneyimsel ancak sonrasında "karşılıklı" olarak duyumsanan, duyumsatılan derinlikli ruhsal bir ilişkiye dönüşmesiyle olmuştur. Bu duygu,yaygınca yorumlanan modern yaşamın yalnızlaştırdığı bireyin manevi boşluğunun domestik bir hayvanla doldurması değildir. Köpeğin salt sadakat duygusu bile insanı kendine bağlayabilir. Oysa bu bağlılık bile itaat edilmeyi bekleyen insan egosuna işaret eder. Bahsedilen bu saptamalar, kişisel bir algıyla gelen gözlemin sanatsal ürünlerini oluşturmuştur.

KAYNAKÇA

[1]Johns, K., Yaşamın ve Ölümün Bekçileri, P Dünya Sanatı Dergisi, Sayı:49,28,29,2008.

[2]Platzner,G.,Efsanevi Çobanlar, Kahraman Avcılar, P Dünya Sanatı Dergisi, Sayı:49,36,2008.

[3]Aksoy,Ş.,Köpeğine aslanların Köle Olduğu Sevgili, P Dünya Sanatı Dergisi, Sayı:49,35,2008.

[4]Fernandez,A., Gizemli Kırmızı Köpekler, P Dünya Sanatı Dergisi, Sayı:49,syf:2008.

[5]SınırsızlığınUcundaBirFigür:Giacometti.
http://www.rifatsahiner.com/makaleler/giacometti.pdf. (Erişim Tarihi: 17.06.2017)

[6]Robert Arneson: Family and Friends.https://tr.pinterest.com/pin/45810121179286092/

(Erişim Tarihi: 6.06.2017).

[7]TheLaughingHeadOff.
http://www.kentmarshall.com/pages/02-04.html.

(Erişim Tarihi: 01.07.2017).

[8],[9],[10] Tourtillott,S.J.E, .Five Hundred Animals in Clay,Lark Books Publishing,2006.

[11] http://nickmackmansculpture.co.uk/buy/dachshund-dog-sculpture-2.

(Erişim Tarihi: 10.07.2017).

[12] Tolle,Echart. Varolmanın Gücü, Koridor Yayıncılık,2006.

[13] Ensari Aker, S Yaşam Başka Yerde, Kişisel Sergi Kataloğu,Ziraat Bankası yayınları,2014.

*Anadolu Medeniyetleri Müzesi ekatalog: http://www.anadolumedeniyetlerimuzesi.gov.tr/

(Erişim Tarihi: 15 .05.2017).

*Antik Yunanlılar Köpeklerine Nasıl İsim Veriyordu?http://arkeofili.com/antik-yunanlilar-evcil-kopeklerine-nasil-isim-veriyordu/

(Erişim Tarihi: 15 .05.2017).

*İpşiroğlu, N., Sanatçı Gözüyle Köpek, Yapı Kredi Yayınları,2011.

CHARACTERIZATION OF BİLECİK/OSMANELI REGION'S CLAY

Ali İssi[1], Veli Uz[1*], Nihal Derin Coşkun[1], İskender Işık[1], Cumhur Eren Işık[2], Ayşe Selcen Şahin[1]

[1] Dumlupinar University, Materials Science and Engineering, Kütahya/Türkiye

[2] Dumlupinar University, Geological Engineering, Kütahya/Türkiye

ABSTRACT

The white fired clays used as a raw material source in the ceramic sector is decreasing day by day. Therefore producers have to work on alternative raw materials. This study was done by going out of this problem so Bilecik/Osmaneli Region clay with yellow firing color was characterized and its usability in ceramics was determined. It has been identified that it can be eveluated as filling clay with low plasticity values. By thermal analysis, phase changes due to temperature of the material were detected and sintered at these temperatures. It has been determined that these treatments can be used in high porosity products at 950°C and firing up to a maximum of 1150°C. In order to provide amorphous phase formation above this temperature value, the contribution ratio must be determined. Despite the high content of Fe_2O_3, gehlenite and wollastonite phases formed in clay were the reason of yellow firing color that obtained after sintering.

Keywords: Clay, Characterization, Bilecik/Osmaneli, Sintering**,** Firing Color

1. GİRİŞ

The selection of raw materials used in the production of ceramic materials is important in product characteristics and production process [1-3]. Clays increases the ultimate strength of the product due to its plasticity, especially its shaping, its high strength due to its layered structure before and after drying, and the rod shape and needle-like crystals that occure at firing with respect to the oxides and minerals it contains [4,5]. There are studies on the use of clays of different regions in ceramics [6-8]. The investigations have been carried out on plasticity properties which are effective in shaping the kills [9], firing phases [10,11] and effects on final product [12,13] cooking colors [14,15]. In this study, after characterization of the clay from the Osmaneli region that used in the production of ceramic tiles, the firing temperature for using in ceramic production and the shaping and cooking behaviour was aimed to determine [16,17].

2. MATERIAL AND METHOD

Samples were obtained from the Osmaneli Region clay used in tile production which were then subject to chemical analysis (XRF) and mineralogical analyses. Chemical analyses were carried out via Spectro X-Lab 2000 model XRF device. Phase analyses of raw clay and fired clay were carried out using Rigaku, Rint 2000, Japan X-Ray Diffractometer (Cu-Kα,2θ 5-70º,2º/min). MISURA ODHT/HSM 1600/80 brand non-contact optical dilatometer was used for determining the sintering temperatures and sintering behaviors. Optimum sintering temperature was determined by rising up to 1250ºC temperature at 50ºC/min heating rate using optical dilatometer. Critical temperature points were determined from the optical dilatometer curve and baking was carried out at these temperatures. Plasticity of clay was determined by way of Pfefferkorn plasticity test. Water was added to the clay which was then kneaded to obtain a homogeneous mixture. The mixtures which were left to wait for 24 hours in order to attain moisture homogenization were shaped in dimensions of 150×10×10mm. The shaped samples were dried in the kiln until fixed weight after which drying shrinkage and dry strength values were determined. The dried samples were fired at five different temperatures by accepting each temperature value determined via thermal analysis as a peak value. Firing was carried out using a Nabatherm brand chamber kiln at a heating rate of 5ºC/min. The phase analysis, firing shrinkage, firing strength, water absorption and porosity ratios of the fired samples were determined. Four samples were prepared for each study and the average of the physico-chemical test results were calculated. Strength measurement values were determined using Shimadzu brand three point flexural device, whereas L*a*b* values in color measurements were determined using Konika - Minolta Cm-23-00-B Spectrophotometer.

3. RESULTS AND EVALUATION

3.1. Chemical properties

Chemical analysis results for Osmaneli clay have been given in Table 1. CaO content is as high as 17.05%. Loss on ignition was determined as 16.24 % which was determined as a result of mineralogical analysis to be due to calcite mineral.

Table 1. Chemical analysis results

Oxide	Recipe
SiO_2	40,66
Al_2O_3	12,02
Fe_2O_3	6,44
CaO	17,05
MgO	3,13
Na_2O	1,36
K_2O	2,47
TiO_2	0,63
LOI	16,24

3.2. Mineralogical properties

The mineral content of clays is an important factor for the clay property and use. X-ray diffraction patterns indicating the mineral content of Osmaneli clay have been given in Figure 1. The mineral content of Osmaneli clay was determined as quartz, calcite, feldspar (albite + orthoclase), illite and muscovite. High CaO values of 17,05% and high loss on ignition are due to the existence of calcite mineral. High calcite peak intensity in x-ray patterns verifies the fact that CaO and loss on ignition values are high.

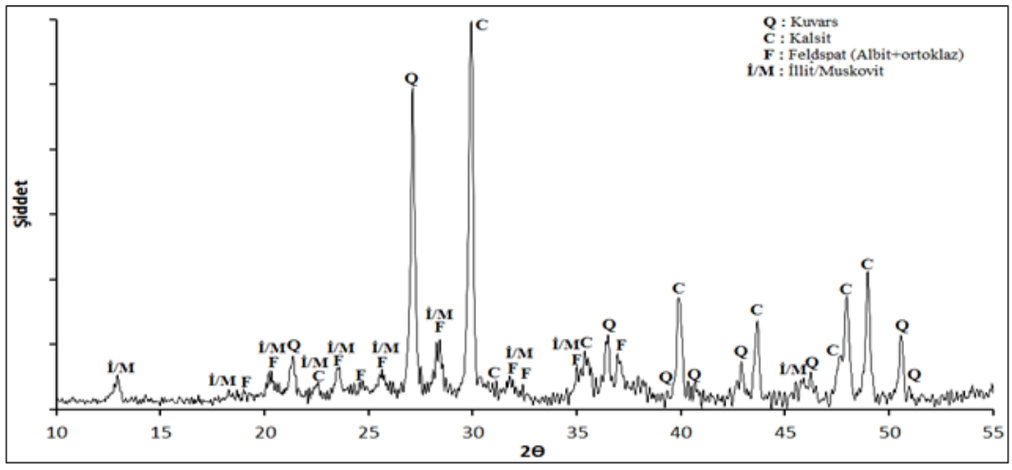


Figure 1. X-Ray Diffraction Patterns

3.3. Forming behavior

Clays play an important role in forming ceramic products. Clay selection is important in many stages during the production stage of the product for ensuring that it is not deformed when moving from line to line. Clays enable the forming of the product easily due to their plasticity characteristic. However, plasticity

should be known and the amount of water to be used in forming should be determined. The plasticity curve showing compression versus water content has been given in Figure 2. Kırlı et.al. put forth in their studies that plasticity is 29-33% for vacuum sludge in hand formed products for a compression height of 16mm and 22-25% for non-vacuum sludge [9]. Accordingly, plasticity of clay is low in hand forming. Whereas the plasticity value corresponding to a compression height of 30 mm for clay is 17,35, these values were determined as 19,01 and 21,22 for 24 mm and 16 mm respectively. It was determined that the plasticity value of Osmaneli clay is low and that the clay is not suited to hand forming due to the fact that the plasticity difference between compression heights of 24mm and 16mm is about 2%.

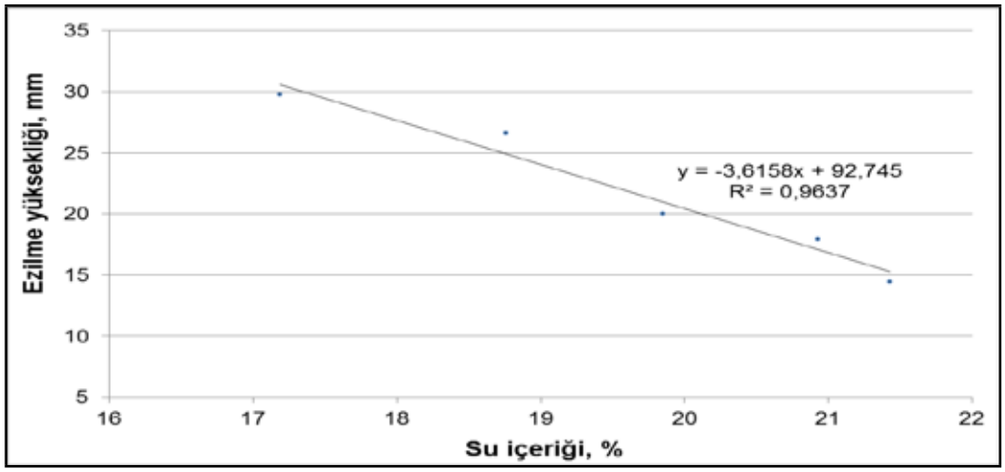


Figure 2. Pfefferkorn plasticity curve for Osmaneli clay

3.4. Thermal properties

Determining the behaviors of raw materials used in the firing of ceramic products depending on their mineralogical content provides convenience for observing the opportunities of faster firing at the firing stage of production without deformation. The optical dilatometer curve of Osmaneli clay has been given in Figure 3. The temperature values at the point at which shrinkage starts in the dilatometer curve and the end point have been taken into consideration for determining the critical temperature points. In addition, the temperature value corresponding to the center of these two points was determined. The clay sample expands about ~%0,8 at up to 823°C after which it shrinks above 900°C thus continuing until ~980°C. Shrinkage does not change too much from this point until 1162°C. However, clay starts to shrink rapidly after 1162°C and the dilatometer curve deciles at a high slope. This point indicates the onset of the glassy phase formation and that it melts at a very narrow temperature interval. Hence, it has been determined that deformation risk may occur in case Osmaneli clay is used at high ratios in clay recipes.

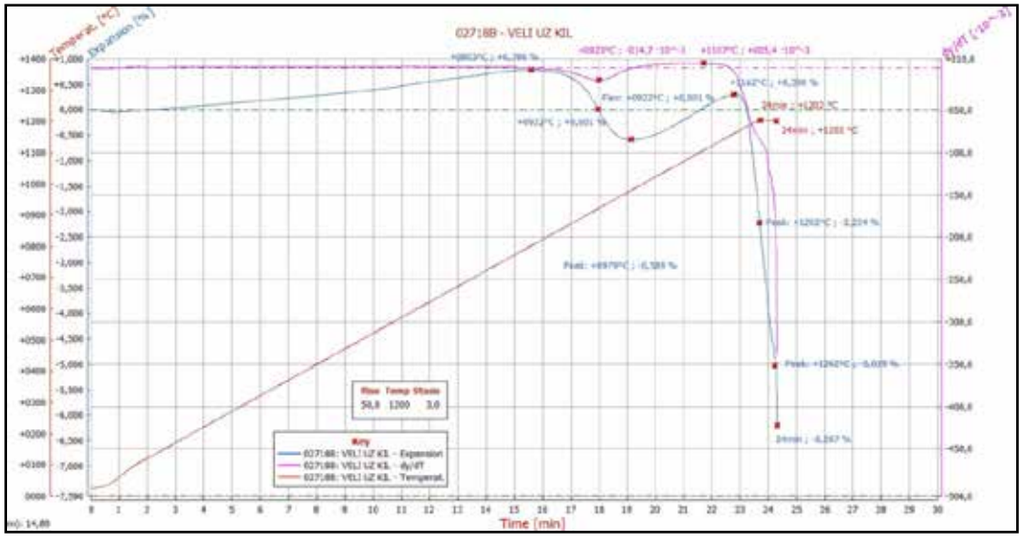


Figure 3. Optical Dilatometer Curve of Osmaneli Clay

3.5. Phase analyses of fired samples

X-Ray Diffraction patterns indicating the phase analyses of the samples fired according to the critical temperature points determined from the optical dilatometer curve have been given in Figure 4. Albite [$(Na,Ca)(Si,Al)_4O_8$], orthoclase [$(Na,K)(Si,Al)_4O_8$], anorthite [$(Ca,Na)(Si,Al)_4O_8$] phases were determined as quartz (SiO_2), augite [$Ca(Mg,Fe,Al)(Si,Al)_2O_6$], gehlenite [$Ca_2Al_2SiO_7$], hematite (Fe_2O_3), wollastonite ($CaSiO_3$) and feldspar phases in all fired samples. Quartz peak decreases until 1100°C but puts forth a minor peak intensity at 1165°C. Gehlenite phase increases from 950°C up to 1100°C after which the peak of the gehlenite phase cannot be seen after 1165°C. Augite phase increases after 1100°C and the gehlenite phase peak disappears at 1165°C. The peaks of the hematite phase are not very intensive. However, the need for detailed phase analysis was observed to be necessary since the hematite peak and the augite phase peaks overlap at 1165°C.

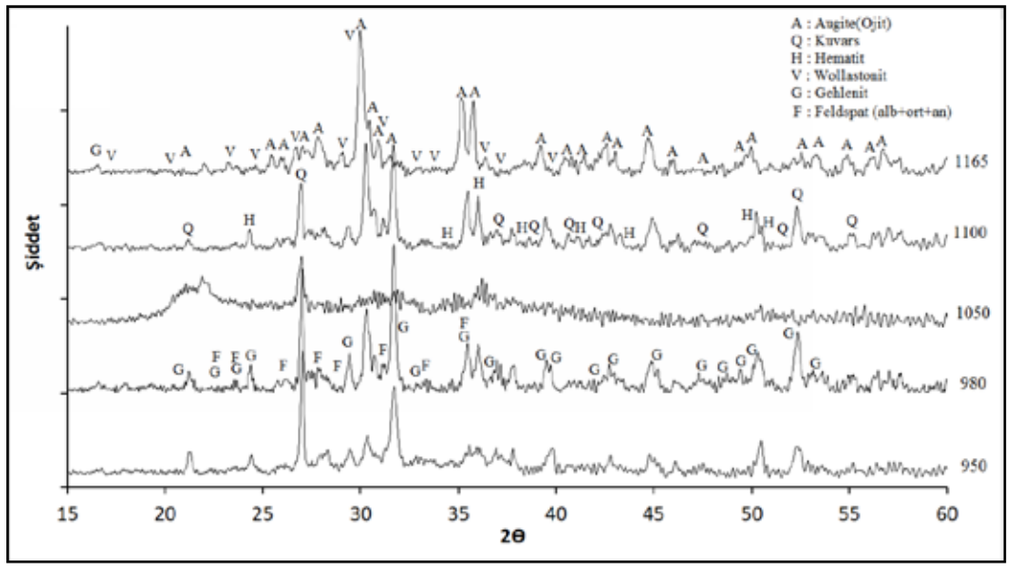


Figure 4. X-ray diffraction patterns of samples fired at different temperatures

3.6. Physico-mechanical properties

The physico-mechanical properties of samples fired at different temperatures have been given in Table 2. Water absorption and porosity values increase at increasing temperatures until 1050°C. Contrary to the increasing water absorption and porosity values, firing shrinkage and bulk density decreases until 1050°C. The highest firing strength value was obtained as 12,72 N/mm^2 for samples fired at 1165°C, whereas another high strength was determined as 3,41N/mm^2 at 1100°C.

Whereas the L* values indicating the whiteness value were 80 at 1050°C and 1100°C, L* value decreased to 52,48 at 1165°C. The highest whiteness value was determined for samples fired at 1050 and 1100°C. The color of the samples shifted to red at 1165°C due to melting. The best results according to physico-chemical properties were for firings at increasing temperatures above 1050°C. However, it was determined that the deformation risk increased above 1165°C due to melting.

Table 2. Physico-mechanical properties of samples fired at different temperatures

Properties		Firing temperature, °C				
		950	**980**	**1050**	**1100**	**1165**
Water absorption, %		30,53	32,21	35,36	33,65	0,74
Porosity, %		44,21	46,10	50,03	48,90	1,92
Firing shrinkage, %		2,76	1,45	1,08	1,58	14,93
Bulk Density, gr/cm^3		1,45	1,43	1,41	1,45	2,55
Firing Strength, N/mm^2		2,29	2,63	2,55	3,41	12,72
Color values	L*	71,93	72,02	80,185	80,35	52,48
	a*	10,06	9,59	4,18	4,08	6,25
	b*	22,01	22,41	19,99	23,73	28,09

4. DISCUSSION AND CONCLUSION

According to our results;

- It was determined that Osmaneli clay has high CaO content and that the oxide comes from calcite mineral.
- It was determined that the plasticity value is not suited to hand forming but that it was suited to be used as filler clay as well as melter in ceramic products.
- It was determined that sintering of Osmaneli clay up to 1160°C would be suited for use in ceramic products, but that there is a risk of deformation at increasing temperatures above this value. It is considered that it may function as melter in the recipes of ceramic products and that shorter sintering times may be attained.
- It was determined that augite phase formed dominantly above 1100°C during firing stage and that detailed analysis is required since the peaks of this phase overlaps with those of the hematite phase. However, the color of products fired at 1165°C turned brown since both phases are effective on ceramic product color.
- It was determined that the physico-mechanical properties change above 1050°C and that firings above this temperature may be proper. However, it was also determined that colors changed since augite and hematite phases are dominant at 1165°C and that the whiteness as well as strength values of Osmaneli clay up to about 1150°C may be good and therefore the products fired up to 1150°C may be suited for use.

5. ACKNOWLEDGMENTS

We would like to thank the Ceramic Research Center for enabling the carrying out of optical dilatometer analyses.

REFERENCES

[1] Carretro, M. I., Dondi, M., Fabbri B. and Raimondo, M., The Influence of Shaping and Firing Technology on Ceramic Properties of Calcareous and Non-Calcareous İllitic-Chloritic clays, Applied Clay Science, 20, 301-306, 2002.

[2] Uz, V., Using of Pyrophyllite Bearing Red Clay for Ceramic Tile Production, Industrial Ceramics, 30/3, 169-175, 2010.

[3] Yanık, G., Uz, V., Işık, İ., Esenli, F., Uz, B., *The Characterization of Turgutlu Clays of Turkey for use in Brick Production,* Ind. 10th Int. Conf. and Exh. of the European Ceramic Soc., Berlin, 1652-1659, 2007.

[4] Uz, V., Ceylan, A., Yılmaz, B., Özdağ, H., Plasticity and Drying Bbehavior of Terra Cotta Bodies in The Presence of Cellulose, Applied Clay Science, 42, 675-678.

[5] Meseguar, S., Pardo, F., Jordan, M. M., Senfeliu, T., Gonzalez, I., Ceramic Behaviour of Five Chilean Clays Which Can Be Used in The Manufacture of Ceramic Tile Bodies, Applied Clay Science, 47, 372-377, 2010.

[6] Seynou, M., Millogo,Y., Ouedraogo, R., Traorea, K., Tirlocq, J., Firing Transformations and Properties of Tiles From a Clay From Burkina Faso Applied Clay Science, 51, 499-502, 2011.

[7] Bauluz, B., Mayayo, M. J., Nieto, C. F., Cultrone, G., Lopez, J. M. G., Assessment of Technological Properties of Calcareous and Non-Calcareous Clays Used For The Brick-Making Industry of Zaragoza, Applied Clay Science, 24, 121-126, 2003.

[8] Khalfaoui, A., Hajjaji, M., A Chloritic-illitic clay from Morocco:Temperature–Time–Transformation and Neoformation, Applied Clay Science, 45, 83-89, 2009.

[9] Kırlı, E., Çakı, M., Uz, V., *El ve Tornada Şekillendirilen Çamurların Plastiklik Limiti Değerleri,* 5th Int. Eskisehir Terra Cotta Sym., Eskişehir Tepebaşı Belediyesi, 343-357, 2012.

[10] Trindade, M. J., Dias, M. I., Coroado, J., Rocha, F., Mineralogical Transformations of Calcareous Rich Clays With Firing: A Comparative Study Between Calcite and Dolomite Rich Clays From Algarve, Portugal, Applied Clay Science, 345-355, 2009.

[11] Khalfaoui, S. K., Hajjaji, S. K. M., Sintering Mechanism and Ceramic Phases of an Illitic-Chloritic Raw Clay, European Ceramic Society, 26, 161-167, 2006.

[12] Monteiro, S. N., Vieira, C. M. F., Influence of Firing Temperature on The Ceramic Properties of Clays From Campos dos Goytacazes, Brazil, Applied Clay Science, 27, 229-234, 2004.

[13] Değer, S., Işık, C. E., Çakı, M., Kırlı, E., Uz, V., Tornada Şekillendirilen Bazı Terra Cotta Bünyelerin Karakterizasyonu, Seramik Türkiye Dergisi, 40, 78-82, 2012.

[14] Nodari, L., Marcuz, E., Maritan, L., Maritan, C., Russo, U., Hematite Nucleation and Growth in The Firing of Carbonate-Rich Clay For Pottery Production, Journal of the European Ceramic Society, 27, 4665-4673, 2007.

[15] Taşçı, E. H., UZ, V., Sintering Behavior of Muttalip Region Clay, 4th Int. Eskisehir Terra Cotta Sym., Eskişehir Tepebaşı Belediyesi, 619-634, 2010.

[16] Jordan, M. M., Boix, A., Sanfeliu, T., Fuente, C., Firing Transformations of Cretaceous Clays Used in The Manufacturing of Ceramic Tiles, Applied Clay Science, 14, 225-234, 1999.

[17] Duminuco, P., Messiga, B., Riccardi, M. P., Firing Process of Natural Clays. Some Microtextures and Related Phase Compositions, Thermochimica Acta, 321,185-190, 1998.

BİLECİK/OSMANELİ BÖLGESİ KİLİNİN KARAKTERİZASYONU

Ali İssi[1], Veli Uz[1*], Nihal Derin Coşkun[1], İskender Işık[1], Cumhur Eren Işık[2], Ayşe Selcen Şahin[1]

[1] Dumlupınar Üniversitesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği, Kütahya/Türkiye

[2] Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği, Kütahya/Türkiye

ÖZET

Seramik sektöründe hammadde kaynağı olarak kullanılan beyaz pişen killer her geçen gün azalmaktadır. Bu nedenle üretici firmalar alternatif hammaddeler üzerine çalışmalar yapmak durumunda kalmaktadır. Bu sorundan yola çıkılarak yapılan çalışmada, sarı pişme rengine sahip Bilecik/Osmaneli Bölgesi kili karakterize edilmiş ve seramikte kullanılabilirliği belirlenmiştir. Düşük plastiklik değerleriyle dolgu kili olarakta değerlendirilebileceği tespit edilmiştir. Termal analizlerle malzemenin sıcaklığa bağlı faz değişimleri tespit edilmiş ve bu sıcaklıklarda sinterlenmiştir. Bu işlemler sonrasında 950°C'de yüksek poroziteli ürünlerde kullanılabileceği ve maksimum 1150°C'ye kadar pişirme yapılabileceği belirlenmiştir. Bu sıcaklık değerinin üzerinde amorf faz oluşumu sağlanması için katkı oranının belirlenmesi gerekmektedir. Yüksek Fe_2O_3 içeriğine rağmen kilin bünyesinde oluşan gehlenit ve wollastonit fazlarının pişme renginin sarı tonlarında elde edilmesine neden olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kil, Karakterizasyon, Bilecik/Osmaneli, Sinterleme, Pişme rengi

1. GİRİŞ

Seramik malzemelerin üretiminde kullanılan hammaddelerin seçimi ürün özelliklerinde ve üretim sürecinde önemlidir [1-3]. Killer özellikle şekillendirmede plastiklik özellikleriyle, kurutma öncesi ve sonrası tabakalı yapıları nedeniyle yüksek mukavemet sağlamada ve içerdiği oksitler ve minerallere göre pişirimde oluşturdukları çubuksu ve iğnemsi kristallerle ürünün nihai mukavemetini artırmaktadırlar [4,5]. Farklı bölgelerin killerinin seramikte kullanımıyla ilgili çalışmalar bulunmaktadır [6-8]. Killerin şekillendirilmesinde etkili olan plastiklik özellikleri [9], pişirimde oluşan fazlar [10,11] ve nihai ürüne etkileri [12,13] pişirme renkleri [14,15] konularında araştırmalar yapılmıştır. Bu çalışmada Osmaneli bölgesinden temin edilen ve karo seramik üretiminde kullanılan kilin karakterizasyonu yapılarak, şekillendirme ve pişirme davranışlarının ve seramik üretiminde kullanımına yönelik pişirme sıcaklığının belirlenmesi amaçlanmıştır [16,17].

2. MATERYAL VE METOT

Karo seramik üretiminde kullanılan Osmaneli Bölgesine ait kilden örnekler alınarak kimyasal analiz (XRF) ve mineralojik analizleri yapılmıştır. Kimyasal analizler Spectro X-Lab 2000 model XRF cihazında yapılmıştır. Ham kilin ve pişirilen kil örneklerinin faz analizleri Rigaku, Rint 2000, Japan X-Işınları Diffraktometresinde (Cu-Kα,2θ 5-70º,2º/dk) yapılmıştır. Sinterleme sıcaklıklarının ve sinterleme davranışlarının tespit edilmesinde MISURA ODHT/HSM 1600/80 marka non-contact optik dilatometre kullanılmıştır. Optik dilatometrede 50ºC/dk ısıtma hızında 1250ºC sıcaklığa çıkılarak optimum sinterleme sıcaklığı bulunmuştur. Optik dilatometre eğrisinden kritik sıcaklık noktaları tespit edilerek bu sıcaklıklarda pişirim yapılmıştır. Kilin plastikliği Pfefferkorn plastiklik testiyle belirlenmiştir. Kile su ilavesi yapılarak homojen karışım sağlanması için plastik halde yoğrulmuştur. Nem homojenizasyonunun sağlanması amacıyla 24 saat bekletilen karışımlar 150×10×10mm boyutlarında şekillendirilmiştir. Şekillendirilen örnekler etüvde sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuş ve kuru küçülme, kuru mukavemet değerleri belirlenmiştir. Kurutulan örnekler termal analizle belirlenen her bir sıcaklık tepe noktası kabul edilerek beş farklı sıcaklıkta pişirilmiştir. Pişirim ısı rejimi 5ºC/dak'lık ısıtma hızında olmak üzere Nabatherm marka kamara fırında yapılmıştır. Pişirilen örneklerin faz analizi, pişme küçülmesi, pişme mukavemeti, su emme ve porozite oranları belirlenmiştir. Her bir çalışma için dörder adet örnek hazırlanmış ve dört örneğin fiziko-mekaniksel test sonuçlarının ortalaması hesaplanmıştır. Mukavemet ölçüm değerleri Shimadzu marka üç nokta eğme cihazıyla, renk ölçümlerinde L*a*b* değerleri Konika - Minolta Cm-23-00-B Spektrofotometre kullanılarak belirlenmiştir.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. Kimyasal özellikler

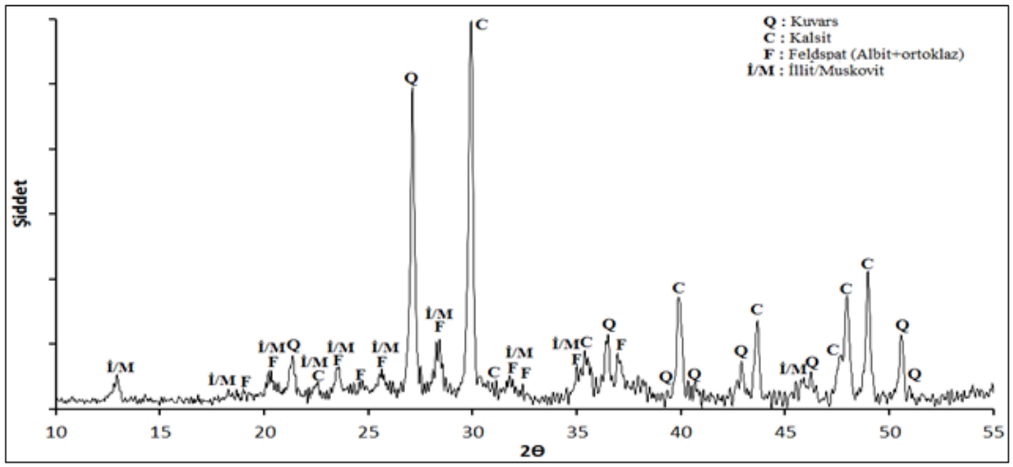
Osmaneli kilinin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. CaO içeriği %17,05 olarak yüksektir. Ateş zayiatı %16,24 belirlenmiş bununda kalsit mineralinden kaynaklandığı mineralojik analizle tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Kimyasal analiz sonuçları

Oksit	Reçete
SiO_2	40,66
Al_2O_3	12,02
Fe_2O_3	6,44
CaO	17,05
MgO	3,13
Na_2O	1,36
K_2O	2,47
TiO_2	0,63
A.Z.	16,24

3.2. Mineralojik özellikler

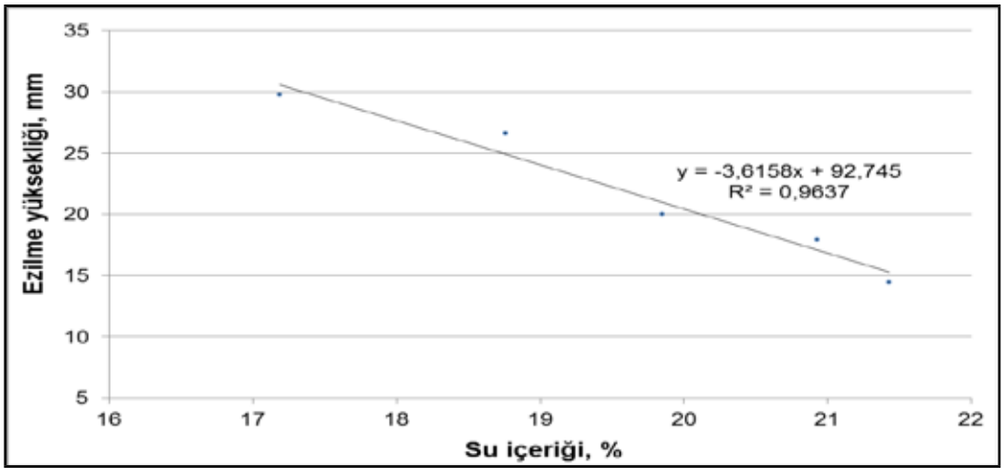
Killerin içerdiği mineraller kilin özelliğinde ve kullanımında önemli bir etkendir. Osmaneli kilinin içerdiği mineralleri gösteren X-ışınları difraksiyon paternleri Şekil 1'de verilmiştir. Osmaneli kilinin içerdiği mineraller kuvars, kalsit, feldspat (albit+ortoklaz), illit ve muskovit olarak belirlenmiştir. Kimyasal analiz sonuçlarında CaO değerinin %17,05 yüksek olması ve ateş zayiatının yüksekliği kalsit mineralinin varlığından dolayıdır. X-ray paternlerinde kalsit pikinin şiddetinin yüksek olması CaO ve ateş zayiatının yüksekliğini doğrulamaktadır.



Şekil 1. X- Işınları Difraksiyon Paternleri

3.3. Şekillendirme davranışı

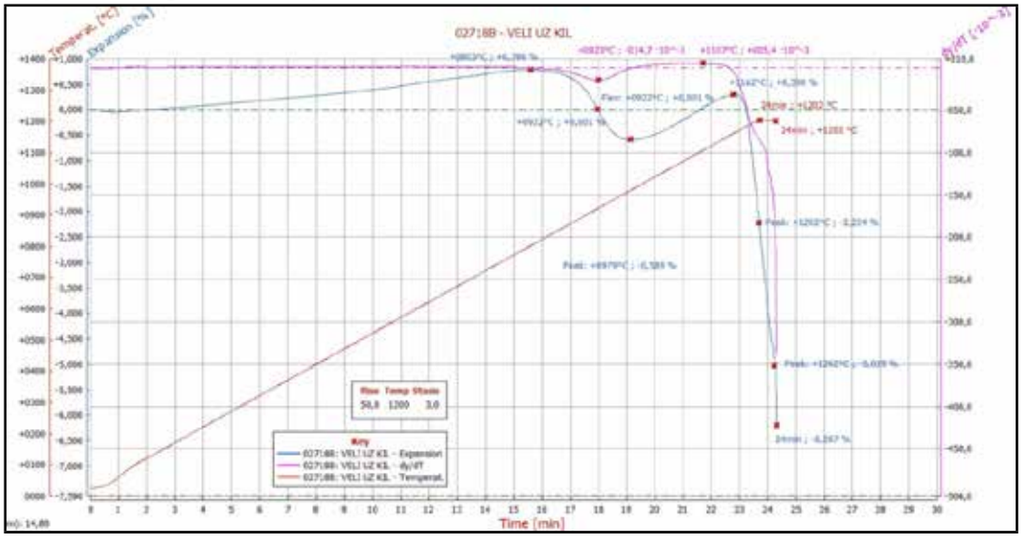
Killer seramik ürünlerde şekillendirmede önemli bir etkiye sahiptir. Ürünün üretim aşamasında hatlarda ilerlerken deformasyona uğramadan nihai ürün haline gelmesine kadar birçok aşamada kil seçimi etkilidir. Şekillendirmede plastiklik özelliğiyle killer ürünün kolay şekil almasını sağlamaktadır. Ancak plastikliğin bilinmesi ve şekillendirmede ne kadar su kullanılacağının tespit edilmesi gerekmektedir. Pfefferkorn plastiklik testi yapılarak elde edilen ezilmeye karşı su içeriğini gösteren plastiklik eğrisi Şekil 2'de verilmiştir. Kırlı ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada; elle şekillendirilen ürünlerde plastikliğin Pfefferkorn'a göre 16mm ezilme yüksekliği için vakumlu çamurda %29-33, vakum yapılmayan çamurlarda %22-25 olduğunu belirtmektedirler [9]. Buna göre kilin elle şekillendirilmesinde su plastikliği düşüktür. Kilin 30 mm ezilme yüksekliğine karşılık gelen plastiklik değeri 17,35 olurken, 24 mm ezilme yüksekliği için 19,01 ve 16 mm için 21,22 olarak belirlenmiştir. Osmaneli kilinin plastiklik değerinin düşük olduğu belirlenmiş 24mm ve 16mm ezilme yüksekliği arasındaki plastiklik farkının yaklaşık %2 olması nedeniyle kilin plastikliğinin elle şekillendirmeye uygun olmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 2. Osmaneli kilinin Pfefferkorn plastiklik eğrisi

3.4. Termal özellikler

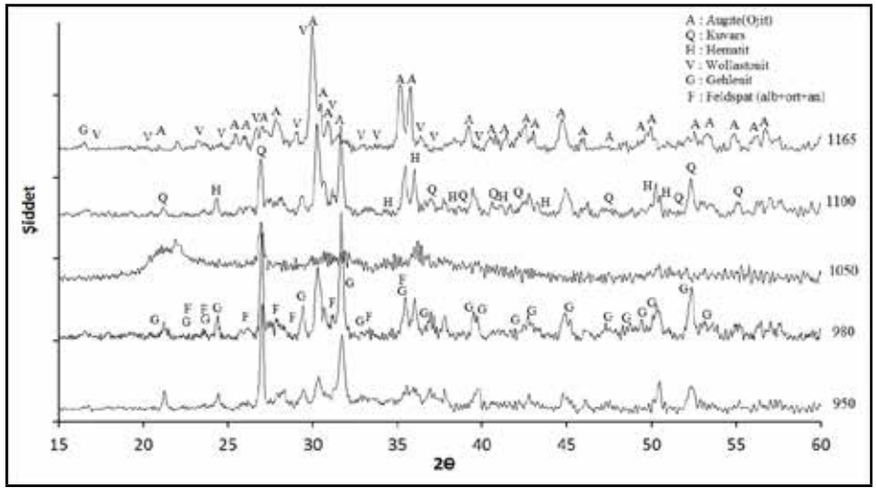
Seramik ürünlerin pişirilmesinde kullanılan hammaddelerin mineralojik içeriklerine bağlı olarak hangi sıcaklıkta hangi davranışı göstereceğinin belirlenmesi pişirme aşamasında ürünün deformasyonsuz üretiminde ve daha hızlı pişirilebilme olanaklarının görülebilmesinde kolaylık sağlar. Osmaneli kilinin optik dilatometre eğrisi Şekil 3'te verilmiştir. Kritik sıcaklık noktalarının belirlenmesinde dilatometre eğrisinde görülen küçülmenin başladığı nokta ve bitiş noktalarındaki sıcaklık değerleri alınmıştır. Ayrıca her iki noktanın orta noktasına karşılık gelen sıcaklık değeri belirlenmiştir. 823°C'ye kadar kil örneği ~%0,8 arasında genleşmekte 900°C sonrası küçülerek ~980°C'ye kadar devam etmektedir. Bu noktadan 1162°C'ye kadar küçülme çok fazla değişmemektedir. Ancak 1162°C sonrası kil çok hızlı bir şekilde küçülmeye başlamakta ve dilatometre eğrisi dik bir açıyla aşağı yönlü inmektedir. Bu nokta kilin camsı faz oluşumuna başladığını ve çok dar sıcaklık aralığında eridiğini göstermektedir. Bu nedenle Osmaneli kilinin seramik reçetelerinde yüksek oranda kullanılması halinde deformasyon riski oluşturabileceği belirlenmiştir.



Şekil 3. Osmaneli Kilinin Optik Dilatometre Eğrisi

3.5. Pişen örneklerin faz analizleri

Optik dilatometre eğrisinden belirlenen kritik sıcaklık noktalarına göre pişirilen örneklerin faz analizlerini gösteren X-Işınları Difraksiyon paternleri Şekil 4'te verilmiştir. Pişen örneklerin tümünde kuvars (SiO_2), augite (ojit) [$Ca(Mg,Fe,Al)(Si,Al)_2O_6$], gehlenit [$Ca_2Al_2SiO_7$], hematit (Fe_2O_3), wollastonit ($CaSiO_3$) ve feldspat fazları olarak albite [$(Na, Ca)(Si,Al)_4O_8$], ortoklaz [$(Na,K)(Si,Al)_4O_8$], anortit [$(Ca,Na)(Si,Al)_4O_8$] fazları belirlenmiştir. Kuvars piki 1100°C'ye kadar azalmakta 1165°C'de ise çok az pik şiddeti göstermektedir. Gehlenit fazı 950°C'den başlayarak 1100°C'ye kadar artmakta ancak 1165°C'de gehlenit fazının piki görülmemektedir. 1100°C' den sonrası augite fazı artmakta 1165°C' de gehlenit fazının piki kaybolmaktadır. Hematit fazının pikleri çok şiddetli değildir. Ancak 1165°C'de hematit piki ve augite (ojit) fazının piklerinin üst üste gelmesi nedeniyle detaylı faz analizi yapılması gerektiği görülmüştür.



Şekil 4. Farklı sıcaklıklarda pişen örneklerin X-Işınları difraksiyon paternleri

3.6. Fiziko-mekaniksel özellikler

Farklı sıcaklıklarda pişirilen örneklerin fiziko-mekaniksel özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir. 1050°C'ye kadar artan sıcaklıkta su emme ve porozite değerleri artmaktadır. Artan su emme ve porozite değerlerinin tersine pişme küçülmesi ve bulk yoğunluk 1050°C'ye kadar azalmaktadır. Buda malzemenin genleştiğini göstermektedir. Pişmiş mukavemet değerlerinde en yüksek 12,72 N/mm^2 değeriyle 1165°C'de pişen örneklerde olmuş, diğer yüksek mukavemet ise 1100°C'de 3,41N/mm^2 olarak belirlenmiştir.

Beyazlık değerini gösteren L* değerleri 1050°C ve 1100°C'de 80 olurken 1165°C'de L* değeri 52,48'e düşmüştür. En yüksek beyazlık değeri 1050 ve 1100°C'de pişen örneklerde olmuştur. 1165°C'de ergime olması nedeniyle örneklerin rengi kırmızı renge doğru kaymıştır. Fiziko-mekaniksel özelliklere

göre en iyi sonuçlar 1050°C'den sonraki artan sıcaklıklarda pişirimlerde elde edilmiştir. Ancak 1165°C'den sonrasında ergime olması nedeniyle deformasyon riskinin arttığı tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Farklı sıcaklıklarda pişirilen örneklerin fiziko-mekaniksel özellikleri

Özellikler		Pişirme sıcaklığı,°C				
		950	980	1050	1100	1165
Su emme, %		30,53	32,21	35,36	33,65	0,74
Porozite, %		44,21	46,10	50,03	48,90	1,92
Pişme küçülmesi, %		2,76	1,45	1,08	1,58	14,93
Bulk Yoğunluk, gr/cm^3		1,45	1,43	1,41	1,45	2,55
Pişmiş Mukavemet, N/mm^2		2,29	2,63	2,55	3,41	12,72
Renk değerleri	L*	71,93	72,02	80,185	80,35	52,48
	a*	10,06	9,59	4,18	4,08	6,25
	b*	22,01	22,41	19,99	23,73	28,09

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Elde ettiğimiz sonuçlara göre;

- Osmaneli kilinin yüksek CaO içeriğinde olduğu ve bu oksidin kalsit mineralinden geldiği belirlenmiştir.
- Plastiklik değerinin elle şekillendirmeye uygun olmadığı ancak seramik ürünlerde dolgu kili olarak ve aynı zamanda ergitici olarak kullanımının uygun olduğu tespit edilmiştir.
- Osmaneli kilinin 1160°C'ye kadar sinterlenmesinin seramik ürünlerde kullanıma uygun olabileceği, ancak bu sıcaklık sonrası artan sıcaklıklarda deformasyon oluşturma riski olduğu belirlenmiştir. Seramik ürünlerin reçetelerinde ergitici görevi yapabileceği daha kısa sürede sinterlemenin sağlanabileceği düşünülmektedir.
- Pişirme aşamasında 1100°C sıcaklık sonrası baskın bir şekilde augite (ojit) fazının oluştuğu ve bu faz ile hematit fazı piklerinin üst üste gelmesi nedeniyle detaylı analiz yapılması gerektiği belirlenmiştir. Ancak her iki fazında seramik ürün renginde etkili olması nedeniyle 1165°C'de pişen ürünlerin rengi kahverengi olmuştur.
- Fiziko-mekaniksel özelliklerin 1050°C'den sonrasında değiştiği, bu sıcaklık sonrası pişirimlerin uygun olabileceği belirlenmiştir. Ancak 1165°C'de augite ve hematit fazının baskın olması nedeniyle renklerin değiştiği bu nedenle Osmaneli kilinin yaklaşık 1150°C'ye kadar beyazlığının ve aynı zamanda mukavemet değerlerinin iyi olabileceği bu nedenlede 1150°C'ye kadar pişirilen ürünlerde kullanımının uygun olabileceği tespit edilmiştir.

5. TEŞEKKÜR

Optik dilatometre analizlerinin yapılmasını sağlayan Seramik Araştırma Merkezi'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

[1] Carretro, M. I., Dondi, M., Fabbri B. and Raimondo, M., The Influence of Shaping and Firing Technology on Ceramic Properties of Calcareous and Non-Calcareous İllitic-Chloritic clays, Applied Clay Science, 20, 301-306, 2002.

[2] Uz, V., Using of Pyrophyllite Bearing Red Clay for Ceramic Tile Production, Industrial Ceramics, 30/3, 169-175, 2010.

[3] Yanık, G., Uz, V., Işık, İ., Esenli, F., Uz, B., *The Characterization of Turgutlu Clays of Turkey for use in Brick Production,* Ind. 10th Int. Conf. and Exh. of the European Ceramic Soc., Berlin, 1652-1659, 2007.

[4] Uz, V., Ceylan, A., Yılmaz, B., Özdağ, H., Plasticity and Drying Bbehavior of Terra Cotta Bodies in The Presence of Cellulose, Applied Clay Science, 42, 675-678.

[5] Meseguar, S., Pardo, F., Jordan, M. M., Senfeliu, T., Gonzalez, I., Ceramic Behaviour of Five Chilean Clays Which Can Be Used in The Manufacture of Ceramic Tile Bodies, Applied Clay Science, 47, 372-377, 2010.

[6] Seynou, M., Millogo,Y., Ouedraogo, R., Traorea, K., Tirlocq, J., Firing Transformations and Properties of Tiles From a Clay From Burkina Faso Applied Clay Science, 51, 499-502, 2011.

[7] Bauluz, B., Mayayo, M. J., Nieto, C. F., Cultrone, G., Lopez, J. M. G., Assessment of Technological Properties of Calcareous and Non-Calcareous Clays Used For The Brick-Making Industry of Zaragoza, Applied Clay Science, 24, 121-126, 2003.

[8] Khalfaoui, A., Hajjaji, M., A Chloritic-illitic clay from Morocco:Temperature–Time–Transformation and Neoformation, Applied Clay Science, 45, 83-89, 2009.

[9] Kırlı, E., Çakı, M., Uz, V., *El ve Tornada Şekillendirilen Çamurların Plastiklik Limiti Değerleri,* 5th Int. Eskisehir Terra Cotta Sym., Eskişehir Tepebaşı Belediyesi, 343-357, 2012.

[10] Trindade, M. J., Dias, M. I., Coroado, J., Rocha, F., Mineralogical Transformations of Calcareous Rich Clays With Firing: A Comparative Study Between Calcite and Dolomite Rich Clays From Algarve, Portugal, Applied Clay Science, 345-355, 2009.

[11] Khalfaoui, S. K., Hajjaji, S. K. M., Sintering Mechanism and Ceramic Phases of an Illitic-Chloritic Raw Clay, European Ceramic Society, 26, 161-167, 2006.

[12] Monteiro, S. N., Vieira, C. M. F., Influence of Firing Temperature on The Ceramic Properties of Clays From Campos dos Goytacazes, Brazil, Applied Clay Science, 27, 229-234, 2004.

[13] Değer, S., Işık, C. E., Çakı, M., Kırlı, E., Uz, V., Tornada Şekillendirilen Bazı Terra Cotta Bünyelerin Karakterizasyonu, Seramik Türkiye Dergisi, 40, 78-82, 2012.

[14] Nodari, L., Marcuz, E., Maritan, L., Maritan, C., Russo, U., Hematite Nucleation and Growth in The Firing of Carbonate-Rich Clay For Pottery Production, Journal of the European Ceramic Society, 27, 4665-4673, 2007.

[15] Taşçı, E. H., UZ, V., Sintering Behavior of Muttalip Region Clay, 4th Int. Eskisehir Terra Cotta Sym., Eskişehir Tepebaşı Belediyesi, 619-634, 2010.

[16] Jordan, M. M., Boix, A., Sanfeliu, T., Fuente, C., Firing Transformations of Cretaceous Clays Used in The Manufacturing of Ceramic Tiles, Applied Clay Science, 14, 225-234, 1999.

[17] Duminuco, P., Messiga, B., Riccardi, M. P., Firing Process of Natural Clays. Some Microtextures and Related Phase Compositions, Thermochimica Acta, 321,185-190, 1998.

AN INTERDISCIPLINARY APPROACH IN SCIENCE: ARCHAEOMETRICAL APPLICATIONS FOR CERAMICS

MURAT BAYAZİT [1], İSKENDER IŞIK [2], VELİ UZ [2], NİHAL DERİN COŞKUN [2], ALİ İSSİ [2]

[1]Batman University, Fine Arts Faculty, Ceramics, Batman, Turkey
[2]Dumlupınar University, Faculty of Engineering, Materials Science and Engineering, Kütahya, Turkey

ABSTRACT

Interdisciplinary approaches are frequently required in many various branches of the science. Being one of such approaches, archaeometry can be defined as a multidisciplinary area gathering chemistry, physics, biology, engineering, archaeology, art history etc. Consequently it can be concluded that it serves to a wide range of academics and also individuals interested in archaeological materials. Ceramics, which create a significant amount of the findings uncovered in archaeological excavations, are investigated to reveal the technological, commercial, cultural and artistic skills of the civilizations that they belong. Thus, such remnants are quite important materials in both archaeometry and archaeology. This study represents archaeometrical applications applied for ancient ceramics using spectroscopic and mineralogical analysis methods which are generally used in engineering and natural sciences. In addition to the previous reviews reporting such techniques, this paper focuses on how the engineering fields (particularly the geological and materials engineering) are related with archaeometrical applications carried out for ceramics.

Keywords: Archaeometry, Ceramics, Engineering, Characterization.

1. INTRODUCTION

Ceramic findings are one of the most important materials obtained from the archaeological excavations [1]. In addition to reflecting the social and cultural characteristics of the period, they also reflect the technological characteristics of the period they were produced with the production technology. The main aim to characterize artifacts for archaeometrical studies is to perform non-destructive techniques. In this context, characterization techniques used for archaeometrical studies may be titled as destructive and non-destructive techniques. The common methods used in the characterization of ceramic materials could be as follows; X-ray fluorescence (XRF), Inductive coupled plasma emission spectroscopy (ICP), Neutron activation analysis (NAA), Atomic absorption spectroscopy (AAS), Transmission electron microscopy (TEM), Scanning electron microscopy (SEM), Optical microscope (OM), Thermogravimetric analysis (TGA), Differential thermal analysis (DTA), Differential scanning calorimetry (DSC), X-ray diffraction (XRD),

Raman spectroscopy, Neutron diffraction, Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), Mossbauer spectroscopy, Electron energy loss spectroscopy (EELS), X-ray absorption spectroscopy (XAS), Electron probe microanalysis (EPMA) [2].

By using these techniques, characteristic features of ceramic findings such as raw materials used, firing properties (i.e. maximum temperature reached, soaking time, firing atmosphere), production styles can be elucidated. Apart from such information, it is also possible to estimate the origin of the ceramics trough their mineral/element content. Geological data of the regions, where the ceramics found, give a substantial opportunity to compare the elemental and/or mineralogical contents of the findings together with the geographical area [3]. Thus, geological engineering becomes a directive parameter at this point. The knowledge of minerals and their formation conditions, also the decomposition and/or alteration reactions play a crucial role especially in interpretation of archaeometrical results. In the same way, materials engineering is also one of the major fields of the science which comprises a wide range of engineering fundamentals. Most of the aforementioned techniques are already used in materials characterization. Ceramics, metal and glass are three of the most studied materials in this field of engineering. Therefore, during the characterization of archaeological residues of those materials, it is a necessity to know the fundamentals of materials science. In the present study, archaeometrical applications (spectroscopic, mineralogical) carried out for ceramic findings are evaluated in terms of enlightening the production features through the geology and materials science. For that purpose, some destructive and non-destructive techniques employed in ceramic archaeometry are evaluated in the context of assessment of the results obtained by various archaeometrical methods.

2. EXAMPLES OF DESTRUCTIVE AND NON-DESTRUCTIVE ANALYSIS RESULTS

There is no certain discrimination route between destructive or non-destructive analysis techniques. For example, by means of scanning electron microscopy, analyzes can be carried out directly without the need to take any samples if the size of artifact is appropriate in the analysis process. In case of sampling from any artifact that is not suitable for place in the chamber of instrument, SEM technique is a destructive analysis technique for archaeometrical studies. Vibrational spectroscopic techniques such as Raman and infrared spectroscopy are more of interest as non-destructive analysis techniques (depending on the working principles and model of the device used). In Fig. 1, analysis of the decorations on a ceramic shred belonging to the Hellenistic period examined in non-destructive way by Raman spectroscopy is shown [4]. A representative FTIR spectrum of a ceramic finding is given in Fig. 2.

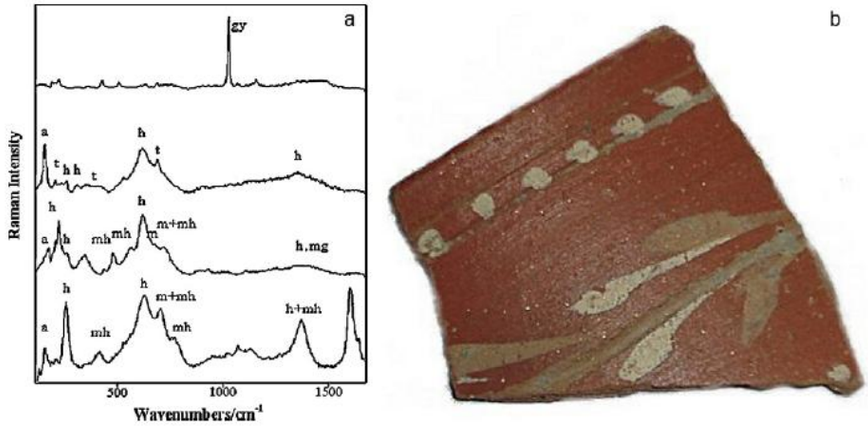


Figure 1. Representative Raman result of the ceramic sherd belonging to the Hellenistic period [4]; Gy - gypsum, h - hematite, m - magnetite, mh - maghemite, a - anatase, t - talc and gr - graphite.

FTIR analysis, in which the vibrations on chemical bonds are identified by absorbing the infrared radiation, gives distinctive information about the studied archaeological findings, especially the ceramics [5,6]. FTIR is, in general, a destructive technique, but frequently preferred thanks to its short analysis duration. It only takes few seconds for each analysis, in which only the sample powder is used (particularly in use of ATR – **A**ttenuated **T**otal **R**eflectance - type of the tool). Today some laboratories have FT-Raman devices which simultaneously perform both the FTIR and Raman analyses. Thus, it becomes faster and easier to analyze more samples in a very short time, even using two different characterization method at the same time.

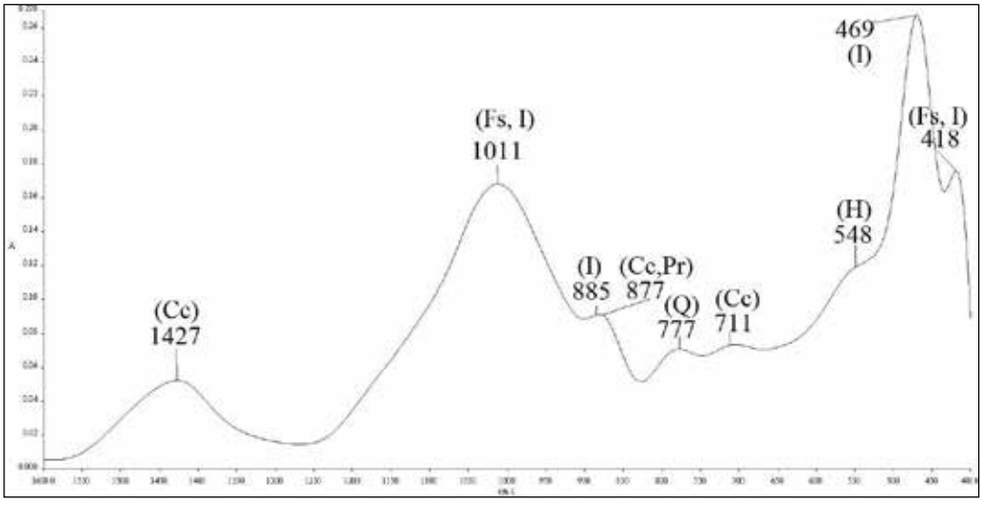


Figure 2. A Representative Absorbance FTIR Spectrum of a Ceramic Finding. The Possible Related Minerals through the Band Values from the Literature [7-12] are as Followings; Cc: Calcite, Fs: Feldspar, H: Hematite, I: Illite, Pr: Pyroxene, Q: Quartz.

On the other hand, some other methods should be employed in order to achieve more accurate and/or confirmative results, since generally ceramics consist of complex mixtures of raw materials (i.e. clay minerals, feldspars, plagioclase, carbonates, coloring oxides, and also neo-formations occurring at higher temperatures). For that purpose, X-ray based analysis techniques (excluding portable or micro-instrumentations), which are classified as destructive analysis techniques since some samples should be taken from the artifact, are used. Powder is prepared by grinding to be used in the analysis. For example, through X-ray diffraction technique, the mineralogical and/or phase contents of the artifact could be enlightened quickly. Figure 3 shows the XRD results of 19 ceramic findings belonging to the Hellenistic period [13]. Estimation of firing temperature of the findings could be considered as the presence or absence of some minerals or phases.

Sample	Minerals/Phases
HB1	Quartz, calcite, K-feldspar, plagioclase, illite/muscovite, magnesiohornblende, hematite
HB2	Quartz, calcite, plagioclase, diopside/augite, gehlenite, hematite
HB3	Quartz, calcite, plagioclase, gehlenite, illite/muscovite, magnesiohornblende, maghemite, hematite
HB4	Quartz, calcite, K-feldspar, plagioclase, illite/muscovite, magnesiohornblende, hematite
HB5	Quartz, calcite, plagioclase, diopside/augite, gehlenite, illite/muscovite, magnesiohornblende, hematite
HB6	Quartz, calcite, K-feldspar, plagioclase, diopside/augite, gehlenite, illite/muscovite, crossite, hematite
HB7	Quartz, calcite, plagioclase, diopside/augite, gehlenite, illite/muscovite, crossite, hematite
HB8	Quartz, plagioclase, diopside/augite, hematite
HB9	Quartz, calcite, plagioclase, diopside/augite, gehlenite, hematite
HB10	Quartz, calcite, dolomite, plagioclase, diopside/augite, gehlenite, illite/muscovite, crossite, hematite
HB11	Quartz, calcite, plagioclase, diopside/augite, gehlenite, illite/muscovite, magnesiohornblende, maghemite, hematite
HB12	Quartz, K-feldspar, plagioclase, diopside/augite, gehlenite, maghemite, hematite
HB13	Quartz, calcite, plagioclase, illite/muscovite, magnesiohornblende, hematite
HB14	Quartz, calcite, plagioclase, illite/muscovite, magnesiohornblende, hematite
HB15	Quartz, plagioclase, diopside/augite, gehlenite, hematite
HB16	Quartz, calcite, plagioclase, gehlenite, illite/muscovite, crossite, maghemite, hematite
HB17	Quartz, calcite, plagioclase, gehlenite, illite/muscovite, crossite, maghemite, hematite
HB18	Quartz, calcite, K-feldspar, plagioclase, illite/muscovite, crossite, hematite
HB19	Quartz, calcite, K-feldspar, plagioclase, ilite/muscovite, crossite, maghemite, hematite

Figure 3. Representative XRD Results of 19 Ceramic Findings Belonging to the Hellenistic Period [13].

3. CONCLUSION

Different characterization techniques are performed for archaeometrical studies. They could be classified as destructive and non-destructive analysis techniques. The results obtained from the analysis contribute to knowledge about the historical artifacts/findings. The origin, production technology and date of production of the artifacts can be enlightened with wide variety of characterization techniques.

In this context, particularly geology and materials science provide significant contribution to the interpretation of the analysis results. Geological parameters and materials science have an important place in assessment of the results; both for the determination of the raw material content and the provenance studies.

REFERENCES

[1] Krapukaitytė, A., Tautkus, S., Kareiva, A., Zalieckienė, E., Thermal analysis – a powerful tool for the characterization of pottery. Chemija. 19, 4-8, 2008.

[2] Loehman, R.E., *Characterization of Ceramics*, Butterworth-Heinemann, Reed-Elsevier Inc., 312 p., 1993.

[3] Kibaroğlu, M., Falb, Ch., The Frankfurt University's Southeast Anatolia Project (SOAP): Archaeometric investigations on Early Bronze Age pottery, Applied Clay Science 82, 53-61, 2013.

[4] Issi, A., Raškovska, A., Kara, A., Grupce, O., Minčeva-Šukarova, B., Okyar, F., Scanning electron microscopy and micro-Raman spectroscopy of slip layers of Hellenistic ceramic wares from Dorylaion/Turkey, Ceram. Int. (37), 1879-1887, 2011.

[5] Kılıç, G.B., Karahan, A.G., Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy and its usage in identification of lactic acid bacteria, Gıda 35 (6), 445-452, 2010.

[6] Bayazit, M., Akyol, A.A., Ersan Eruş, H.Ö., Taşkıran, G., *Spectroscopic techniques in ceramic archaeometry (FTIR, Raman)*, 10th International Eskişehir Terracotta Symposium, Eskişehir, Turkey, 2016.

[7] Mazzocchin, G.A., Agnoli, F., Colpo, I., Investigation of roman age pigments found on pottery fragments, Analytica Chimica Acta (478), 147-161, 2003.

[8] Maravelaki-Kalaitzaki, P., Kallithrakas-Kontos, N., Pigment and terracotta anlyses of Hellenistic figurines in Crete Analytica Chimica Acta (497), 209-225, 2003.

[9] De Benedetto, G.E, Laviano, R., Sabbatini, L., Zambonin, P.G., Infrared spectroscopy in the mineralogical characterization of ancient pottery Journal of Cultural Heritage (3), 177-186, 2002.

[10] Farmer, V.C., *Infrared Spectra of Minerals*, Ed. Mineralogical Society, London, 539 p., 1974.

[11] www.fis.unipr.it/phevix/ramandb.html (Date of access: 01.06.2013)

[12] www.rruff.info/ (Date of access: 01.06.2013)

[13] Issi, A., Kara, A., Alp, A.O., An investigation of Hellenistic period pottery production technology from Harabebezikan/Turkey, Ceramics International 37 (7), 2575-2582, 2011.

BİLDİRİ

BİLİMDE DİSİPLİNLER ARASI BİR YAKLAŞIM: SERAMİKLER İÇİN ARKEOMETRİK UYGULAMALAR

MURAT BAYAZİT [1], İSKENDER IŞIK [2], VELİ UZ [2], NİHAL DERİN COŞKUN [2], ALİ İSSİ [2]

[1]Batman Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik, Batman, Türkiye
[2]Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği, Kütahya, Türkiye

ÖZET

Disiplinler arası yaklaşımlara bilimin farklı birçok alanında sıklıkla ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tip yaklaşımlardan biri olan arkeometri kimya, fizik, biyoloji, mühendislik, arkeoloji, sanat tarihi vb. dalları bir araya getiren çok disiplinli bir alan olarak tanımlanabilir. Sonuç olarak arkeometrinin bilim insanları ve arkeolojik buluntularla ilgilenenler için hizmet ettiği görülmektedir. Arkeolojik kazılardaki buluntuların önemli bir bölümünü oluşturan seramikler ait oldukları medeniyetlerin teknolojik, ticari, kültürel ve sanatsal özelliklerini ortaya koymak amacıyla incelenmektedir. Dolayısıyla bu tip buluntular hem arkeometri hem de arkeolojide oldukça önemlidir. Bu çalışma genellikle mühendislik ve fen bilimlerinde kullanılan spektroskopik ve mineralojik analiz metotlarının kullanıldığı seramik arkeometrisi uygulamalarını sunmaktadır. Bu tip tekniklerin ele alındığı daha önceki çalışmalara ek olarak bu makale mühendislik alanlarının (özellikle jeoloji ve malzeme mühendisliği) seramik buluntular için uygulanan arkeometrik uygulamalarla nasıl bir ilişkisinin olduğu konusuna odaklanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Arkeometri, Seramik, Mühendislik, Karakterizasyon.

1. GİRİŞ

Seramik buluntular arkeolojik kazılarda ele geçen en önemli malzemelerden biridir [1]. Seramikler ait oldukları dönemin sosyal ve kültürel karakterini yansıtmanın yanı sıra, üretim teknolojileri ile dönemin teknolojik özelliklerini ortaya çıkartırlar. Arkeometrik çalışmalar kapsamında eserlerin karakterize edilmesindeki temel amaç tahribatsız tekniklerin uygulanmasıdır. Bu bağlamda, arkeometrik uygulamalardaki karakterizasyon teknikleri tahribatlı ve tahribatsız olarak adlandırılabilir. Seramik malzemelerin karakterizasyonunda yaygın olarak kullanılan bazı metotlar şu şekilde sıralanabilir; X-ışını floresans (XRF), İndüktif çift plazma emisyon spektroskopisi (ICP), Nötron aktivasyon analizi (NAA), Atomik absorpsiyon spektroskopisi (AAS), Geçirimli elektron mikroskobu (TEM), Taramalı elektron mikroskobu (SEM), Optik mikroskop (OM), Termogravimetrik analiz (TGA), Diferansiyel termal analiz (DTA), Diferansiyel taramalı kalorimetri (DSC), X-ışını difraksiyounu (XRD), Raman spektroskopisi, Nötron difraksiyon, Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FTIR), Mossbauer spektroskopisi, Elektron

enerji kayıp spektroskopisi (EELS), X-ışını absorpsiyon spektroskopisi (XAS), Elektron prob mikroanaliz (EPMA) [2].

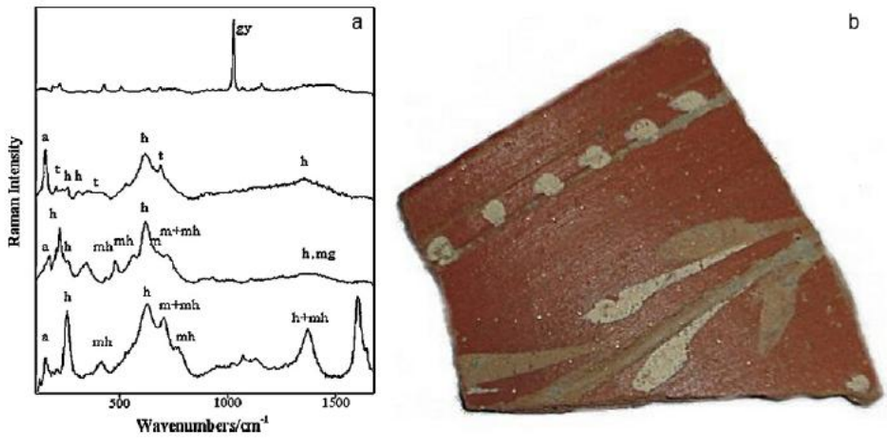
Bu analizleri kullanarak seramik buluntuların hammadde, pişirim parametreleri (ör. Ulaşılan en yüksek sıcaklık, bekleme süresi, pişirim atmosferi) ve üretim stilleri gibi karakteristik özellikleri aydınlatılabilinmektedir. Bu tip bilgilerin dışında, mineral/element içerikleri ile seramiklerin üretim yerleri hakkında yorum yapmak mümkün olmaktadır. Seramiklerin bulunduğu bölgelerin jeolojik verileri buluntular ile coğrafi alanın elementel ve/veya mineralojik içeriklerinin karşılaştırılması adına önemli bir olanak sağlamaktadır [3]. Dolayısıyla, jeoloji mühendisliği bu noktada belirleyici bir parametre haline gelmektedir. Mineraller ve minerallerin oluşum şartları, ayrıca bozunum ve/veya başkalaşım reaksiyonlarının bilinmesi bilhassa arkeometrik sonuçların yorumlanmasında etken rol oynamaktadır. Benzer şekilde, mühendislik esaslarının geniş bir bölümüne sahip olan malzeme mühendisliği de bilimdeki temel alanlardan biridir. Yukarı bahsedilen tekniklerin çoğu hali hazırda malzeme karakterizasyonunda kullanılmaktadır. Bu mühendislik alanında en fazla çalışılan malzemelerden üç tanesi seramik, metal ve camdır. Dolayısıyla, bu tip malzemelerden arkeolojik birer kalıntı olarak ele geçen örneklerinin karakterizasyonu esnasında, malzeme bilimi esaslarını bilmek bir gerekliliktir. Mevcut çalışmada, seramik buluntular için uygulanan arkeometrik yöntemler (spektroskopik, mineralojik) buluntuların üretim teknolojilerinin jeoloji ve malzeme bilimi üzerinden aydınlatılması çerçevesinde ele alınmıştır. Bu amaçla, seramik arkeometrisinde kullanılan tahribatlı ve tahribatsız teknikler değişik arkeometrik metotlar ile elde dilen sonuçların yorumlanması bağlamında değerlendirilmiştir.

2. TAHRİBATLI VE TAHRİBATSIZ ANALİZ SONUÇ ÖRNEKLERİ

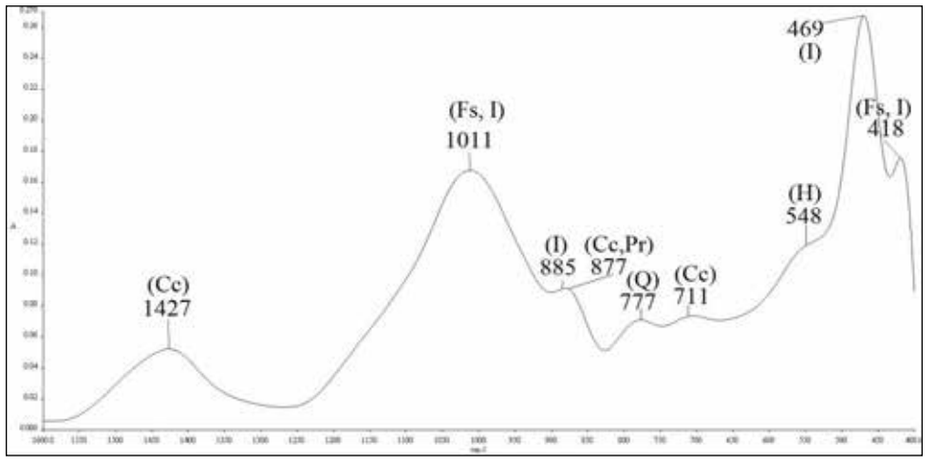
Tahribatlı ve tahribatsız analiz teknikleri arasında kesin bir ayrım bulunmamaktadır. Örneğin, taramalı elektron mikroskobu tekniğinde analizler eserin boyut olarak uygun olması durumunda numune alınmasına gerek duyulmadan direkt olarak yapılabilinmektedir. Cihazdaki çalışma bölmesi için uygun olmayan eserler için numune hazırlanması durumunda ise SEM tekniği arkeometrik çalışmalar için tahribatlı bir teknik olarak karşımıza çıkmaktadır. Raman ve kızılötesi spektroskopisi gibi titreşimli spektroskopik teknikler (kullanılan cihazın çalışma prensibi ve modeline bağlı olarak) tahribatsız analiz teknikler arasında öne çıkmaktadır. Görsel 1'de Helenistik döneme ait bir seramik parçasının üzerindeki dekorların tahribatsız Raman spektroskopisi ile yapılan analizi gösterilmiştir [4]. Başka bir seramik buluntuya ait temsili FTIR spektrumu ise Görsel 2'de verilişitir.

Kimyasal bağlar üzerindeki titreşimlerin kızılötesi radyasyonun absorblanması ile belirlendiği FTIR analizi çalışılan arkeolojik buluntular (özellikle seramikler) hakkında önemli bilgiler vermektedir [5,6]. FTIR genel olarak tahribatlı bir teknik olmakla beraber kısa analiz süresi sayesinde sıklıkla tercih edilmektedir. Sadece numune tozunun kullanıldığı FTIR cihazlarında (örneğin ATR – **A**ttenuated **T**otal **R**eflectance - tipi FTIR'larda) her bir analiz saniyeler içerisinde

yapılabilinmektedir. Günümüzde bazı laboratuarlarda aynı anda hem FTIR hem de Raman analizini yapabilen FT-Raman cihazları bulunmaktadır. Böylelikle, aynı anda iki farklı karakterizasyon metodu kullanılsa dahi, daha fazla numunenin daha hızlı ve kolay analiz edilmesi mümkün olmaktadır.



Görsel 1. Helenistik Dönemi Seramik Parçasına Ait Raman Analiz Sonucu [4]; Gy - jips, h - hematit, m - manyetit, mh - maghemite, a - anataz, t - talk and gr - grafit.



Görsel 2. Seramik Bir Buluntunun Temsili Absorbans FTIR Spektrumu. Literatürdeki Band Değerleri Üzerinden Belirlenen Muhtemel Mineraller Şu Şekildedir [7-12]; Cc: Kalsit, Fs: Feldspat, H: Hematit, I: Illit, Pr: Piroksen, Q: Kuvars.

Diğer taraftan, daha doğru ve teyit edici bilgiler elde etmek amacıyla başka metotların uygulanması da gerekmektedir, zira seramikler genel olarak kompleks hammadde içeriğine sahiptir (ör.; kil mineralleri, feldspatlar, plajiyoklaz, karbonatlar, renk verici oksitler, ve ayrıca yüksek sıcaklıklarda ortaya çıkan yeni oluşumlar). Bu amaçla, (portatif olanlar hariç) eserlerden parça alınmasını gerektirdiğinden dolayı genellikle tahribatlı metotlar olarak sınıflandırılan X-ışını esaslı analiz teknikleri kullanılmaktadır. Bu analizlerde kullanılmak üzere öğütme işlemi ile toz hazırlanmaktadır. Örneğin, X-ışını difraksiyonu (XRD) ile eserin mineralojik ve/veya faz içeriği hızlı bir şekilde aydınlatılabilmektedir. Görsel 3

Helenistik döneme ait 19 seramik buluntunun XRD sonuçlarını göstermektedir [13]. Buluntuların pişirim sıcaklıklarının tahmini mineral veya fazların mevcut olup olmamaları üzerinden yapılabilmektedir.

Sample	Minerals/Phases
HB1	Quartz, calcite, K-feldspar, plagioclase, illite/muscovite, magnesiohornblende, hematite
HB2	Quartz, calcite, plagioclase, diopside/augite, gehlenite, hematite
HB3	Quartz, calcite, plagioclase, gehlenite, illite/muscovite, magnesiohornblende, maghemite, hematite
HB4	Quartz, calcite, K-feldspar, plagioclase, illite/muscovite, magnesiohornblende, hematite
HB5	Quartz, calcite, plagioclase, diopside/augite, gehlenite, illite/muscovite, magnesiohornblende, hematite
HB6	Quartz, calcite, K-feldspar, plagioclase, diopside/augite, gehlenite, illite/muscovite, crossite, hematite
HB7	Quartz, calcite, plagioclase, diopside/augite, gehlenite, illite/muscovite, crossite, hematite
HB8	Quartz, plagioclase, diopside/augite, hematite
HB9	Quartz, calcite, plagioclase, diopside/augite, gehlenite, hematite
HB10	Quartz, calcite, dolomite, plagioclase, diopside/augite, gehlenite, illite/muscovite, crossite, hematite
HB11	Quartz, calcite, plagioclase, diopside/augite, gehlenite, illite/muscovite, magnesiohornblende, maghemite, hematite
HB12	Quartz, K-feldspar, plagioclase, diopside/augite, gehlenite, maghemite, hematite
HB13	Quartz, calcite, plagioclase, illite/muscovite, magnesiohornblende, hematite
HB14	Quartz, calcite, plagioclase, illite/muscovite, magnesiohornblende, hematite
HB15	Quartz, plagioclase, diopside/augite, gehlenite, hematite
HB16	Quartz, calcite, plagioclase, gehlenite, illite/muscovite, crossite, maghemite, hematite
HB17	Quartz, calcite, plagioclase, gehlenite, illite/muscovite, crossite, maghemite, hematite
HB18	Quartz, calcite, K-feldspar, plagioclase, illite/muscovite, crossite, hematite
HB19	Quartz, calcite, K-feldspar, plagioclase, ilite/muscovite, crossite, maghemite, hematite

Görsel 3. Helenistik Döneme Ait 19 Seramik Buluntunun XRD Sonucu [13].

3. TARTIŞMA VE SONUÇ

Arkeometik çalışmalarda farklı karakterizasyon teknikleri uygulanmaktadır. Bu teknikler tahribatlı ve tahribatsız olarak sınıflandırılabilmektedir. Analizlerde elde edilen sonuçlar tarihi eser/buluntular hakkında bilgi edinilmesine önemli katkıda bulunmaktadır. Eserlerin üretim yeri, üretim teknolojisi ve tarihlendirilmesi farklı birçok karakterizasyon tekniği ile aydınlatılabilinmektedir.

Bu bağlamda, analiz sonuçlarının yorumlanmasında bilhassa jeoloji ve malzeme bilimi önemli faydalar sağlamaktadır. Seramiklerin hammadde içeriklerinin belirlenmesi ve provenans çalışmalarında sonuçların irdelenmesi aşamasında jeolojik parametreler ve malzeme bilimi önemli bir yere sahiptir.

KAYNAKÇA

[1] Krapukaitytė, A., Tautkus, S., Kareiva, A., Zalieckienė, E., Thermal analysis – a powerful tool for the characterization of pottery. Chemija. 19, 4-8, 2008.

[2] Loehman, R.E., *Characterization of Ceramics*, Butterworth-Heinemann, Reed-Elsevier Inc., 312 p., 1993.

[3] Kibaroğlu, M., Falb, Ch., The Frankfurt University's Southeast Anatolia Project (SOAP): Archaeometric investigations on Early Bronze Age pottery, Applied Clay Science 82, 53-61, 2013.

[4] Issi, A., Raškovska, A., Kara, A., Grupce, O., Minčeva-Šukarova, B., Okyar, F., Scanning electron microscopy and micro-Raman spectroscopy of slip layers of Hellenistic ceramic wares from Dorylaion/Turkey, Ceram. Int. (37), 1879-1887, 2011.

[5] Kılıç, G.B., Karahan, A.G., Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy and its usage in identification of lactic acid bacteria, Gıda 35 (6), 445-452, 2010.

[6] Bayazit, M., Akyol, A.A., Ersan Eruş, H.Ö., Taşkıran, G., *Spectroscopic techniques in ceramic archaeometry (FTIR, Raman)*, 10th International Eskişehir Terracotta Symposium, Eskişehir, Turkey, 2016.

[7] Mazzocchin, G.A., Agnoli, F., Colpo, I., Investigation of roman age pigments found on pottery fragments, Analytica Chimica Acta (478), 147-161, 2003.

[8] Maravelaki-Kalaitzaki, P., Kallithrakas-Kontos, N., Pigment and terracotta anlyses of Hellenistic figurines in Crete Analytica Chimica Acta (497), 209-225, 2003.

[9] De Benedetto, G.E, Laviano, R., Sabbatini, L., Zambonin, P.G., Infrared spectroscopy in the mineralogical characterization of ancient pottery Journal of Cultural Heritage (3), 177-186, 2002.

[10] Farmer, V.C., *Infrared Spectra of Minerals*, Ed. Mineralogical Society, London, 539 p., 1974.

[11] www.fis.unipr.it/phevix/ramandb.html (Date of access: 01.06.2013)

[12] www.rruff.info/ (Date of access: 01.06.2013)

[13] Issi, A., Kara, A., Alp, A.O., An investigation of Hellenistic period pottery production technology from Harabebezikan/Turkey, Ceramics International 37 (7), 2575-2582, 2011.

PROBLEMS AND SOLUTION METHODS IN THE PRODUCTION PROCESSES OF SANITARY WARE PRODUCTION

Esra KÖSEAYDIN GÜL[1], Selçuk ÖZKAN[2], Nergis KILINÇ MİRDALI[1]

[1]Çukurova University, Fine Arts Faculty, Ceramic Deparment, ADANA/ TURKEY

[2]Güral Sanitary Ware Factory, Research and Development Department, KÜTAHYA/TURKEY

ABSTRACT

Turkey holds significant promise in the production of industrial ceramics in the world. When is mentioned the production of industrial ceramics, sanitary ware, tableware production, the production of wall and floor tiles are considered.

In this study, defects that occurring at various stages of the production process have been identified such as deformation, cracking, staining and color differences and solution proposals have been presented.

It is believed that the improvement and development work will be an example for factories facing with similar production problems.

Key Words: Sanitary Ware, Production

1. INTRODUCTION

Because of its geographical and geopolitical features, Turkey has hosted various societies from the earliest times to the day-to-day. Some of these societies are Hittite, Phrygia, Lydia, Persians Roman, Byzantine, Seljuk and Ottoman Empire. All these societies have undoubtedly left many valuable heritages. The most important of these values are ceramics.

Although it is known that the production of ceramics has been on the Anatolian since the earliest ages, production has started Çanakkale Seramik Factory Inc. in1965 and Sümerbank Bozuyuk Ceramic Factory in 1966, Eczacıbaşı in 1962 and Sümerbank Yarımca factory in 1968 [1].

Together with the acceleration of industrial production, the Turkish ceramics industry is becoming increasingly involved in the ceramics industry. In the beginning, ceramics shaped by manual casting with molds have been replaced with shanks systems and now pressure casting machines with industrialization developing. With the acceleration of production, many different problems have begun to be seen. These problems are briefly explained; we can collect defects in the mold making, pre-casting and shaping processes, glaze defects, defects occurring during the firing.

2. PROBLEMS AND SOLUTION METHODS IN THE OPERATION PROCESSES

2.1. Mold Manufacturing Problems

2.1.1. Ponding

It is a mistake in sink products. In the mirror parts of the sink there is a pool of water. Figure 1 shows the ponding defect.

Figure 1. Ponding on the Wash Basin (ÖZKAN, 2017)

When preparing the mold, it is necessary to give the required inclination to accumulate water in this part. If there are not enough slopes in this part of the mold, the problem of pondering is encountered.

2.1.2. Shift from the Center

Since the pins are not placed properly on the mold connection surfaces or because the pins are not used in casting molds, slip at the mold joints during the casting process. The molded slip will cause the protrusion to form at the junction in Figure 2.

Figure 2. Shifted Product from the Center (ÖZKAN,2017)

The resulting protrusion causes extra scratching in the retouching process, as well as the fact that scratch-induced retouching errors in this area cause micro cracks from drying after casting. The resulting micro fractures will turn into visible cracks during the drying or firing process.

In order to prevent these defects, it is necessary to pay careful attention to the proper centering of the molds, especially in multi-piece molds, using pins as necessary.

These molds must be replaced since pinched pins that break in time will cause trouble in center of mold.

2.1.3. Not perform the Washing Process

It is measured by the sawdust test that produced closets perform the washing process. As a result of this test it is expected that there will be no more than 5 cm^2 of uncleaned area. Figure 3 shows sawdust test for closets.

Figure 3. Sawdust Test [4]

If the washing channels are too open at the back of the product, the water side and the prewashing channels cannot be reached and the necessary washing process does not take place. This defect is encountered in open skirt closets. Careful determination of the skirt size during construction of the mold should be taken to ensure that the back portions of the channels are not wider.

2.1.4. Problems of Originating from Auxiliary Materials

Particularly in the casting stage, due to the fact that the duplicator mold is not squeezed sufficiently, there is a difference in thickness or leakage of sludge between the molds. Expansion

due to drying, there is a difference in thickness or mud leakage between the molds. Especially, the sludge permeation is seen between the molds.

Figure 4. Thickness Differences in Mold [6]

As it is seen in Figure 4, due to the difference in thickness between the vase and the massive regions, the aging process will lead to deformation errors at the exit of kiln. This vignetting, that is located outside the massive zone and the overlap zone, causing the mud to enter between the mold and the capillary crack due to the difficulty of getting into the core. The problem of entering the mud between the molds often leads to the problem of re-casting of the problematic parts after the revision and the code difference may come along with it.

The scale should be checked during casting and drying. In addition, the mounting table and installation must be observed.

2.2. Pre-casting and Forming Problems

2.2.1. Reverse of the Product

One of the most important factors in the production process is the cleaning and well preparation of the mold. Sometimes products can stay on the negative side of the mold. This causes waste in production.

Even if the mold is reclosed and air is supplied to try to remove the product, this often results in failure. In order not to encounter such a situation, low cast mud is applied to the positive side of the mold. The low weight of sludge applied to this section combines with the casting sludge during shaping, allowing the product to stay in the positive part of the mold.

One of the other solution methods is to apply more powder to the positive part of the mold. This method of solution is effective, but it should not be forgotten that the uncleaned powder will cause the mysterious cleansing during the retouching process.

2.2.2. Low Level

After the mud is given, one of the feed hoses is poured in accordance with the pressure, and the mud in the mold is discharged and the product cannot be formed or shaped in half. Figure 6 shows a product with a reduced casting level.

Figure 6. Low Level [6]

Controlling whether or not the feed hoses have passed the mold tightly is the best solution for not giving the mold slurry fast enough to pressurize.

2.2.3. Sludge Accumulation

During molding, the sludge supplied may not show discharge in some parts due to the incorrectly produced mold during sludge discharge.

The sludge that accumulates in these areas is still alive and the other parts of the product reach to the skin hardness, and the sludge that accumulates here causes these parts of the product to crack.

During molding, the sludge supplied may not show discharge in some parts due to the incorrectly produced mold, during shedding, the sludge that accumulates in these parts is still wet, the rest of the product reaches the skin hardness, and the sludge that accumulates here causes these parts of the product to crack. Figure 7 shows sludge accumulation and crack.

Figure 7. Sludge and Crack [6]

If all the molds have been found after the production has been completed by mistake, the inside of the product can be punched out with the aid of the template and the mud discharge in this area can be provided.

2.2.4. Sodium Silicate Trace

The sodium silicate added to the casting mud accumulates on the upper surface of the mud. In the Figure 8, Sodium silicate traces are seen.

A well-mixed casting mud leaves a mark on the product formed when the mold is given.

Figure 8. Sodium Silicate Traces [6]

Since the accumulation of sodium silicate on the surface of the product causes sticking of the product and breakage of the product when it is removed from the mold, the mud inside the mold must be mixed in the tank until the moment of casting. The excess addition of sodium silicate causes the abrasion of the plaster molds.

2.2.5. Air Gaps

The forming process is the gaps observed on the finished product. It is often caused by the rapid mixing of the sludge tank and the rapid delivery of the mold slurry during casting. Figure 9 shows air gaps over the semi-finished product.

Figure 9. Air Gaps [6]

Often these gaps are filled by the line responsible, but they reappeared due to sanding during the retouching process.

For this reason, the best solution is to mix the tank slowly and adjust the casting speed when the mud is given. In figure 10, there are air gaps on closets.

Figure 10. Air Gaps on the Closets [6]

2.2.6. Collapsed

It is observed that some products have collapsed in the molds that are opened after a certain casting process is completed. As a main reason, it can be said that after the forming process is completed, the mud is quickly discharged from the mold. Rapidly discharged sludge can cause vacuum effect and cause the product in the mold to collapse. For this reason, the setting of the discharge rate is necessary for the solution of the defect. However, after the product is firmly received in the regime, collapses can be seen later.

When the product is cut and examined, it is determined that it is thinner than other products in the rim. This is because it does not have the necessary meat thickness. The main reason for this is that the mold has not dried up due to the desiccation of the mold. Control of mold moisture is important in order not to encounter this defect. It should not be forgotten that the casts are too damp during the powdering process to prevent the powder from sticking and clogging the pores of the mold.

The fact that the liter weight of the mud prepared in the mud house is low will cause sedimentation in a production process where the waiting time is constant. For this reason, it is important to check the liter weight of the sludge before the casting process.

2.2.7. Deformations

It is determined that there are deformations in some products after the casting process is completed and removed from the mold.

Generally, in deformation closet bowls; channel, skirt, siphon region, while in the sink; at the back of which there are overflow holes and battery holes.

Most of the deformations that occur in the canal parts of closets bowls; the absence of the mold cover, the worn-out or the wet of the product is due to workmanship mistakes. Figure 11 shows deformation on the surface of closets.

Figure 11. Deformation on the surface of a closet [6]

The closet deformation seen in Figure 11 occurred during the removal of the mold cover. It is observed that the deformation of the upper part of the product after the shaping of the wash basin is completed and removed from the mold. This necessary waiting period is common in products that are not completed.

Setting the appropriate waiting period is the best solution to eliminate the defect. Overflow holes and battery holes, most of the deformations are due to the piercing of these holes without reaching the skin hardness of the product.

When the leather-hardened products are punctured by the template, these components are deformed due to the applied pressure. Instead of applying pressure to the surface during drilling of these holes with the template, the mold will be rotated to prevent deformation of the slurry.

Deformation occurring in the sink feet is the most important reason to remove the product from the mold without coming to the skin hardness and to stand vertically in the regal. Washbasin feet must be dried horizontally in regalia.

The casting life of the molds should be changed to the molds whose completed casting life is absolutely checked. One of the causes of deformation that occurs from the eye is the curvature resulting from the plates during firing. This deformation is told in the firing mistakes section.

2.2.8. Thickness Differences

In some of the products, there are differences in thicknesses. This error occurs because the mold is pressed from one side. Controlling the casting number prevents this error to a great extent

2.2.9. Cracks

Cracks are the common problems during production. It is seen in almost all the cases. They have seen on Closets' and washbasins' feet. In Figure 12, a crack is visible at the entrance to a clean water toilet. The capillary cracks were enlarged during firing. it is observed that the capillary crack formed during the punching of the closure siphon zone with the template is growing well during drying and firing in Figure 13.

Figure 12. Crack is in the Clean Water Entrance [4]

Figure 13. Crack of Siphon Region [4]

It is difficult to remove the product from the mold as a result of the nuclei in the bottom of the mold that shapes the siphon zone. Cracking occurs in the siphon area of the product. Although these cracks are not visible when the product is removed from the mold, the cracking occurs as a result of firing. Figure 14 shows cracks in the siphon zone.

Figure 14. Cracks in the Siphon Zone [4]

The exact solution of the problem of cracks will be affected by sanding the mold tips. In addition, 1760 gr/lt of mud will be applied to these channels to provide binding and to close the cracks. The main cause of the cracking depends on the sinking of the water leaking from the sponge during product retouching and the refining of the base. There is a bottom crack in the Figure15.

Figure 15. Bottom Cracks [4]

The capillary cracks are occurring related to the wet of the bottom of the product. These cracks open and grow due to the shrinkage that occurs during drying and firing. The reason is that most of the cracks that occur on the side of the skirt in the closets are too wet due to the retouch sponge. Cracks in the wash basin often occur at mold joints, where the mounting holes are located, or at the back of the product's mirror surface. Figure 16 shows a crack on the back surface of a sink.

Figure 16. Crack on Back Surface of Wash Basin [5]

The cause of the crack on the back surface of the sink is that the product must be regaled before it reaches the required hardness of the skin. It is the most appropriate solution to determine required to remove the product from the mold. The crack in the mounting area seen in Figure 17 is caused by the pushing out of the opposite side of the core which shapes the mounting hole.

Figure 17. Crack of Mounting Mold Fracture [4]

Although the mold that shape the mounting hole are angled, most of the time workers do not care about this cone and pull the mold out of the reverse. This action causes crack of zone. Cracks are lasted due to rubbing of the sponge during the forming process. These cracks reappear during drying and firing process.

In the reservoirs, cracks are seen in the connection holes of the lid seating areas and in the side walls of the reservoirs usually.

Due to the rubbing of the sponge made during the shaping stage, these cracks appear again during drying and firing, although they are closed. In reservoirs, cracks are usually seen in the lid seating areas, the connection holes and the side walls of the reservoirs. The cracks in the cover seat area are mostly due to workmanship mistakes.

The cracks in the connection holes are connected to the pressure applied during cutting with the template. Cracks seen in the reservoir from the side are due to the progress of the capillary crack formed in the jar by increasing the temperature in the kiln. In addition to all of these, adverse conditions in transport vehicles, unevenness of wheels, frequent and overloading of carts because cracks to occur during transportation. These deficiencies need to be eliminated in order to prevent cracks. In the prevention of cracks, it is removed without drying without falling below 1-1.5% of other active product moisture. Removing the products without drying by moisture control will greatly reduce the number of waste. Gassing certain areas of the product before starting the retouching process will reduce the percentage of cracks in the final product.

3. MOLD PATTERNS TRACES IN PROCESS RETOUCH

One of the units that cannot be ignored in production is retouching process. This department where the mistakes are closed, the product is ready to be glazed. Although the work seems to be easy, some glaze mistakes spring from this process. The most common mistake in this process is pattern traces. Figure 18 shows the pattern traces on the front of a product.

Figure 18. Pattern Traces [5]

After shaping, retouch must be completed carefully. This type of mold traces should become more visible at the end of glazing and firing, so the stage of retouch should be carefully.

4. DEFECTS ARE DURING THE GLAZING PROCESS

Common problems in glazing process are flow, fluctuation, stains, boiling, pinhole, matte and glaze cracks.

4.1. Gathering of Glaze

Unglazed zone left on the surface of the product with the withdrawal of molten glaze [2]. Figure 19 shows a mistake of gathering glaze.

Figure 19. Gathering of Glaze [6]

Gathering may be occurring when the glazed surfaces may be dusty and oily. To prevent such situations; Lowering the first inlet temperature of the firing, controlling the grain size, controlling the surface tension of the glaze are needed. In addition to defects that occur during firing, there may be some defects in the glaze before firing. The fact that the glaze is not homogeneous, the air is escaping into the glaze, the glaze is very dry, the inside is very hard, it is wet, the body is very porous and there is heat difference between the glaze and the body. The glaze must be applied quickly to the body. If it is applied too long, it will absorb the glaze too much and air gaps will occur. Air gaps easily multiply within the body which has a small amount of granular and plastic raw material. In the case of rapid application of the glaze, the glaze may not be adhered to the inside of the glaze.

4.2. Staining

During certain periods of production, the surface of the glaze is smudged. Figure 20 shows a variety of stains.

Figure 20. Various Stains on the Surface of Glaze [6]

The main causes of stains are metal compounds that are not as clean as raw material, unreliable metal particles due to the loss of the magnetism of the magnets due to the transfer of the residues in the pistol to the surface during the glaze, and particles falling on the surface from the moldy parts of the car during the glazed product transport process. The correct identification of the source of error is important in the solution method of the defect. The color and size of the stain plays an important role.

4.3. Flowing of Glaze

The glaze flows from the surface where it is applied due to the low weight of the liters and the absence of binders in the glaze, this leads to a bad appearance on the fired product. Figure 21 shows flowing of glaze.

Figure 21. Flowing of Glaze [6]

In addition, firing at a higher degree than the firing temperature causes the sticks to the kiln refractories by flowing in vertical products.

4.4. Hole (Pinhole)

The most commonly defect among ceramists is that they are found more or less in all ceramics and affect the quality of the surface the most.

Gases formed during firing enter into the glaze; it goes up to the glaze surface and burst. If the glaze cools before the gas outlet isn't completed, the holes will not close and this error will occur. In the case of thick glazing, both gases will travel longer and require higher pressures to allow the gases to leave the glaze. This may be possible at higher temperatures. As a result, the gas outflow is delayed and the glaze surface remains defective**.** Pollution causes this fault. The main reasons for the mixing of debris gases and cement residues used in the mill stones. Figure 22 shows Pinhole.

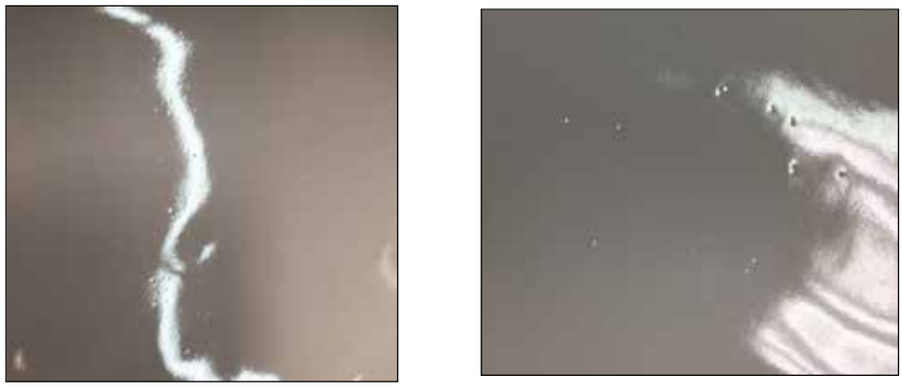


Figure 22. Pinhole [6]

4.5. Cracks of Glaze

Cracks occurring from the glaze interface to the glaze surface. It is usually seen in parts where the thickness of the glaze is large. This error is due to differences in thermal expansion of the glaze and the structure. [3]

4.6. Orange Crust View

Gases formed during firing enter the glaze, rise up to the surface of the glaze and form fine holes that do not close on the surface and the glaze surface looks like an egg shell.

If the holes are bigger, it's like orange crust.

The main cautions of this mistake are the reactions of between the glaze and the glaze structure, the burning of the carbon in the glaze, the chemical reaction, the glaze reaction with the reducing kiln atmosphere, the unfavorable kiln regime and the pollution [3].

In Figure 23, the orange-skinned surface is visible.

Figure 23. The Orange-Skinned Surface [6]

5. DEFECTS DUE TO THE FURNACE

5.1 Sticking of Engobe

The thick applying of the engobes causes the oven to stick to refractory. The problem can be solved by preparing an engobe that has a higher grade than the degree of firing heat. engobe sticking can be seen In Figure 24.

Figure 24. Engobe Sticking [4]

5.2. Cracks of Shocks

Cracking occurs as a result of the thermal stresses that result from sudden cooling of the surface of the fired product due to the fact that the fired product is removed from the kiln before the cooling process of the kiln is completed. In figure 25, the shock crack seen on the closet is visible.

Figure 25. Cracks of Shock [6]

5.3. Deformations

As a result of the time-course of the refractory plates in the kiln, the products present on the refractory during firing. It seems that these products are deformed when the kiln is emptied. Pre-kiln control of kiln plates is important, changing the curved and cracked plates. In addition, deformations occur because the water in the body is rapidly moving away from the body. Figure 26 shows deformation.

Figures 26. Deformation [4]

5.4.Fiber Glass Adhesives

As a result of the kiln is fired and cooled, the glass fibers that expand and shrink from time to time begin to spill over time. If they are not checked, they will fall on the product when the kiln is loaded and fired. In Figure 27, glass fiber adheres on a closet.

Figure 27. Fiber Glass Adhesives [4]

Periodic maintenance of kiln controls, checking and weaving of dangling fibers will minimize such problems.

5.5. Stains

Molded parts found in kiln parts are spilled during heating and adhered to the surface of the product. These parts are formed by spreading these parts into the kiln depending on whether the gas and the corrosive parts in the burners are supplied into the kiln. In Figure 28, the parts falling into the closet are visible.

Figure 28. Parts in the Closets [4]

Burning the kiln after the gas burners are opened and the particles in the wagons are placed in the kiln after they have been thrown out with this gas pressure is the most economical way to solve the problem. Installing a filter on gas burners is the best solution.

5.6. Matt

The disappearance of matt points and gloss, the absence of absorber in the glaze, the rise up of some glaze components or crystallization in some parts causes this defect. Sulfur gasses in the kiln atmosphere can react with the glaze to form sulphates, which become dull. In the Figure 29 shows matt glaze of wash basin surface.

Figure 29. Matt Glaze on Wash Basin [6]

Frequent loading of products in the kiln reduces air circulation. Matte may occur in zone where air circulation is low.

5.7. Color Differences

The difficulty of mixing the coloring oxides when preparing the glaze and the fact that the coloring oxides are not finely ground is a problem. This problem can be avoided by good dispersion, fine grinding and fritting. This error, which is unclear during glazing, becomes evident when the products enter the furnace [3].

6. RESULTS

Frequently encountered in production are studied. A good observation and process control is needed problems to solve all problems. Moving the various parts of the production together will speed up the resolution of the mistakes. Improving operating conditions, giving seminars and trainings to employees who are dealing with product faults will lead to better products. Raising awareness will bring quality and customer satisfaction together.

REFERENCES

[1] Sümer, G., *"Seramik Sanayii ve Türkiye "* Türkiye Kimya Mühendisliği IV. Teknik Kongresi Tebliğleri, (25-28)

[2] Fraser,H., *" Seramik Hataları ve Çözüm Yöntemleri",(110), 2010 Çvr.Mete,Z. Ve Özkan, İ*

[3]https://tr.scribd.com/document/13787730/seramik-uretimi (Erişim Tarihi:10.06.2017)

[4] Savkol,Ü. 2016 *"Vitsan Seramik Ltd.Şti."*

[5] Tosun,Y. 2016 *"Vitsan Seramik Ltd.Şti."*

[6] Özkan,S,2017*"Her-İş Seramik A.Ş."*

BİLDİRİ

SAĞLIK GEREÇLERİ ÜRETİM SÜREÇLERİNDE KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ

Esra KÖSEAYDIN GÜL[1], Selçuk ÖZKAN[2], Nergis KILINÇ MİRDALI[1]

[1]Çukurova Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik Bölümü ADANA/ TÜRKİYE

[2]Güral Vitrifiye Fabrikası, Ar-Ge Departmanı, KÜTAHYA/TÜRKİYE

ÖZET

Türkiye, endüstriyel seramik üretiminde dünyada önemli ölçüde söz sahibidir. Endüstriyel seramik üretimi denildiğinde, sağlık gereçleri, sofra eşyası üretimi, yer ve duvar karosu üretimi düşünülmektedir. Bu çalışmada sağlık gereci üretim sürecinin çeşitli aşamalarında görülen kalıp hataları, deformasyonlar, çatlama, lekelenmeler, renk farklılıkları gibi üretim sorunları tespit edilerek çözüm önerileri sunulmuştur. Sunulan çözüm önerileri benzer üretim sorunları ile karşı karşıya gelen işletmeler için örnek olacağı sebebiyle iyileştirme ve geliştirme çalışmalarında yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sağlık Gereçleri, Üretim

1.GİRİŞ

Türkiye, coğrafi ve jeopolitik özellikleri sebebiyle en eski çağlardan günümüze kadar, çeşitli toplumlara ev sahipliği yapmıştır. Bu toplumlardan bazıları Hitit, Frig, Lidya, Persler Roma Bizans, Selçuklu ve Osmanlı İmparatorluğudur. Tüm bu toplumlar bize kuşkusuz birçok değeri miras bırakmıştır. Bu değerlerden en önemlisi seramiklerdir. Anadolu topraklarında en eski çağlardan bu yana seramik üretiminin olduğu bilinse de endüstriyel anlamda, Çanakkale Seramik Fabrikaları A.Ş. 1965 ve Sümerbank Bozüyük Seramik Fabrikası 1966 yılında karo seramik, Eczacıbaşı 1962 ve Sümerbank Yarımca fabrikası 1968 yılında sağlık gereçleri üretimine başlamıştır [1].

Endüstriyel üretimin hız kazanması ile beraber Türkiye seramik sektöründe giderek söz sahibi olmaya başlamıştır. Başlangıçta kalıplara el ile döküm yapılarak şekillendirilen seramikler gelişen sanayileşme ile beraber yerini shanks sistemlerine günümüzde ise basınçlı döküm tezgâhlarına bırakmıştır. Üretimin hız kazanması ile birçok farklı problemlerde görülmeye başlanmıştır. Bu problemleri kısaca; kalıp imalatı, ön döküm ve şekillendirme sürecinde meydana çıkan hatalar, sır hataları, fırınlama sırasında ortaya çıkan hatalar başlıkları altında toplayabiliriz.

2.ÜRETİM PROSESLERİNDE KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ

2.1. Kalıp İmalatından Kaynaklanan Sorunlar

2.1.1. Göllenme:

Lavabo ürünlerinde görülen bir hatadır. Lavaboların ayna kısımlarında su birikmesi olayına göllenme denir. Görsel 1'de göllenme hatası görülmektedir.

Görsel 1. Lavabo Üzerinde Göllenme [6]

Kalıp hazırlanırken bu kısımda su birikmemesi için gerekli eğimin verilmesi şarttır. Kalıpta bu kısımda yeterli eğim olmazsa, göllenme problemi ile karşılaşılır.

2.1.2. Merkezden Kayma:

Kalıp birleşim yüzeylerinde pimlerin düzgün yerleştirilmemesi ya da alçı kalıp dökümünde pimlerin kullanılmaması sonucu döküm aşamasında kalıp birleşim yerlerinde kayma olacaktır. Kalıptaki kayma Görsel 2'deki gibi üründe kalıp birleşim yerinde çıkıntı oluşumuna neden olacaktır.

Görsel 2. Merkezden Kayarak Kalıptan Çıkan Ürün [6]

Oluşan çıkıntı rötuş işleminde fazladan kazıma işlemine neden olduğu gibi bu alanda kazıma kaynaklı rötuş hataları, döküm sonrası kuruma kaynaklı mikro çatlakların oluşumuna neden olur. Oluşan mikro çatlaklar kuruma veya pişirim aşamasında gözle görülür çatlaklara dönüşecektir.

Bu hataları önleme açısından özellikle çok parçalı kalıplarda uygun ve gerektiği kadar pim kullanarak merkezlemenin düzgün yapılmasına dikkat edilmelidir. Zamanla aşınan ya da kırılan pimlerin kalıp merkezlemesinde sıkıntı yaratacağından bu kalıplar değiştirilmelidir.

2.1.3. Ürünün Yıkama İşlemini Gerçekleştirmemesi

Üretilen klozetlerin yıkama işlemini gerçekleştirip gerçekleştirmediği talaş testi ile ölçülür. Bu test sonucunda temizlenmeyen en fazla 5cm² alanın olması beklenir. Görsel 3'de talaş testine tabi tutulmuş bir klozet görülmektedir.

Görsel 3. Talaş Testi [6]

Ürünün arka kısımlarında yıkama kanallarının fazla açık olması durumunda su yan ve ön yıkama kanallarına ulaşılamaz ve gerekli yıkama işlemi gerçekleşmez. Bu hata ile açık etek klozetlerde karşılaşılır. Kalıbın yapımı sırasında etek ölçüsünün dikkatli belirlenmesi kanalların arka kısımlarının geniş hazırlanmamasına dikkat edilmelidir.

2.1.4. Kalıp Yardımcı Malzemeleri Kaynaklı Sorunlar

Maça diye tabir dilen kalıp içerisinde kullanılan yardımcı malzemelerin, özellikle döküm aşamasında teksir kalıbın yeterince sıkılmaması veya kurutma kaynaklı genleşmeye bağlı ebat farklılıklarından dolayı kalınlık almada farklılık veya kalıp arasına çamur sızması görülmektedir. Görsel 4'te kalıpta kalınlık farklılıkları görülmektedir.

Görsel 4. Kalıpta Kalınlık Farkları [6]

Görsel 4'de görüldüğü gibi vazo ya da masif bölgelerde kalınlık farkı yaratacağından yaş üründe çökme, fırın çıkışında deformasyon hatalarına neden olacaktır. Vazo ya da masif bölge dışında kalıp örtüşme bölgesinde olan bu çarpıklık kalıp arasına çamurun girmesine neden olarak, maça alınırken zorlanmaya bağlı kılcal çatlak, yırtılma ya da deformasyona neden olacaktır. Görsel 5'te kalıp arasına sızan çamur görülmektedir. Kalıp arasına çamur girme problemi genellikle sorunlu parçanın yeniden dökülmesi ya da yenileme sonrası öne çıkmakta olup beraberinde kalıp kod farkı da meydana gelebilmektedir.

Kalıp döküm ve kurutma aşamasında ölçüler kontrol edilmeli bunun yanında montaj tezgâhının tesviyesi ve montaja dikkat edilmelidir.

2.2. Ön Döküm ve Şekillendirme Sürecinde Karşılaşılan Sorunlar

2.2.1. Ürünün Terste Kalması

Üretim sürecinde en önemli faktörlerden biri de kalıbın temizliği ve iyi hazırlanmasıdır. Bazen ürünler kalıbın negatif tarafında kalabilir. Bu da üretimde fire vermeye sebep olur.

Kalıp tekrar kapatılıp hava verilerek ürün çıkarılmaya çalışılsa da çoğu zaman bu başarısızlıkla sonuçlanır. Böyle bir durumla karşılaşmamak için kalıbın pozitif tarafına litre ağırlığı düşük döküm çamuru sürülür. Bu kısma sürülen litre ağırlığı düşük çamur, şekillendirme sırasında döküm çamuru ile birleşerek ürünün kalıbın pozitif kısmında kalmasını sağlar.

Diğer çözüm yöntemlerinden biri ise kalıbın pozitif kısmına daha fazla pudra sürülmesidir. Bu çözüm yöntemi de etkili olmakla beraber rötuş aşamasında temizlenmeyen pudranın sır açmalarına sebebiyet vereceği unutulmamalıdır.

2.2.2. Seviye Düşüklüğü

Çamurun kalıba verilmesinin ardından besleme hortumlarından birinin basınca bağlı olarak atması ile kalıp içerisindeki çamurun boşalarak ürünün yarım olarak şekillenmesi ya da şekillenememesi durumudur. Görsel 6'da döküm seviyesi düşmüş bir ürün görülmektedir.

Görsel 6. Seviye Düşüklüğü [6]

Besleme hortumlarının kalıba sıkı bir şekilde geçmiş olup olmadığının kontrolünün yapılması, kalıplara çamurun basınç yapacak şekilde hızlı verilmemesi en uygun çözüm yöntemleridir

2.2.3. Çamur Birikmesi

Şekillendirme sırasında kalıba verilen çamur boşaltma sırasında, hatalı üretilen kalıp nedeniyle bazı kısımlarda boşalma göstermeyebilir.

Bu kısımlarda biriken çamur hala yaşken, ürünün diğer kısımları deri sertliğine ulaşır ve burada biriken çamur ürünün bu kısımlarının çatlamasına neden olur.

Görsel 7'de Çamur birikmesi ve buna bağlı olarak oluşan çatlak görülmektedir.

Görsel 7. Çamur Süzülme Problemi ve Oluşan Çatlak [6]

Eğer tüm kalıpların imalatı bittikten sonra hata hatlarda fark edilmişse ürünün iç kısmından şablon yardımı ile delinerek bu bölgedeki çamurun boşaltımı sağlanabilir.

2.2.4. Sodyum Silikat İzi

Döküm çamuruna ilave edilen sodyum silikat çamurun üst yüzeyinde birikir. Görsel 8'de camsuyu izi görülmektedir.

Görsel 8. Camsuyu İzi [6]

İyi karışmamış bir döküm çamurunun kalıba verilmesi durumunda şekillenen ürün üzerinde iz bırakır. Sodyum silikatın ürün yüzeyinde toplanması ürünün kalıba yapışmasına ve kalıptan çıkarılırken kopmaların olmasına sebep olacağından kalıp içerisine verilen çamurun döküm anına kadar tankın içinde karışıyor olması gerekmektedir.

Sodyum silikatın fazla ilavesi alçı kalıpların aşınmasına neden olmaktadır.

2.2.5. Hava Boşlukları

Şekillendirme işlemi tamamlanan ürün üzerinde gözlemlenen boşluklardır. Çoğu zaman çamur tankının hızlı karışması ve döküm sırasında kalıba çamurun hızlı bir şekilde verilmesinden kaynaklanır. Görsel 9'da yarı ürün üzerindeki hava boşlukları görülmektedir.

Görsel 9. Hava Boşlukları [6]

Çoğu zaman bu boşluklar hat sorumluları tarafından kapatılarak doldurulsa da rötuş işlemi sırasında yapılan zımparalama sebebiyle yeniden ortaya çıkar. Bu nedenle en uygun çözüm yöntemi çamur tankının yavaş karıştırılıp, çamurun kalıba verilirken döküm hızının iyi ayarlanmasıdır. Görsel 10'da bir klozet üzerindeki hava boşluğu görülmektedir.

Görsel 10. Hava Boşlukları [6]

2.2.6. Çökmeler

Döküm işlemi tamamlanıp belirli bir süreden sonra açılan kalıplarda, bazı ürünlerin çökmüş olduğu gözlemlenir. Başlıca sebep olarak şekillendirme işlemi tamamlandıktan sonra çamurun kalıptan hızlı boşaltılmış olması söylenebilir. Hızlı boşaltılan çamur vakum etkisi yaparak kalıp içerisindeki ürünün çökmesine sebep olabilir. Bu sebeple boşaltma hızının ayarlanması hatanın çözümü için gereklidir. Bununla beraber ürün regale sağlam alındıktan sonrada çökmeler görülebilir.

Ürün kesilip incelendiğinde regaldeki diğer ürünlere göre ince olduğu tespit edilir. Bu gerekli et kalınlığını almamış olmasından kaynaklanır. Başlıca sebep kalıbın kurumamış olması nedeniyle gerekli emişi yapamamış olmasından kaynaklanır. Kalıp nemlerinin kontrolü bu hata ile karşılaşmamak adına önemlidir. Döküme hazırlanan kalıpların pudralama işlemi sırasında gereğinden fazla nemli olması pudranın yapışarak kalıbın gözeneklerini tıkamasına sebep olacağından kalıp hazırlama sırasında pudra sürülmesi için erken davranılmaması gerektiği de unutulmamalıdır.

Çamurhane de hazırlanan çamurun litre ağırlığının düşük olması da, bekleme süresi sabit olan bir üretim sürecinde çökmelere sebebiyet verecektir. Bu sebeple çamurun litre ağırlığının döküm işlemi öncesi kontrol edilmesi önem taşımaktadır.

2.2.7. Deformasyonlar

Döküm işlemi tamamlanıp kalıptan çıkarılan bazı ürünlerde deformelerin olduğu saptanmaktadır. Genellikle deformeler klozetlerde; kanal, etek, sifon kısmında görülürken lavabolarda; arka kısımlarında taşma deliklerinin ve batarya deliklerinin olduğu bölgelerde gözlenmektedir. Klozetlerde kanal kısımlarında oluşan deformelerin çoğu; kalıp kapağının oturmaması, eskimiş olması ya da ürünün yaş alınması sonucu oluşan işçilik hatalarına bağlıdır. Görsel 11'de bir klozet yüzeyinde oluşan deformasyon görülmektedir.

Görsel 11. Klozet Yüzeyinde Oluşan Deformasyon [6]

Görsel 11'de görülen klozet üzerindeki deformasyon kalıp kapağının kaldırılması sırasında oluşmuştur. Lavaboların şekillendirme işlemi tamamlanıp kalıptan çıkarıldıktan sonra ürünün üst kısımlarının deforme olduğu gözlemlenmektedir. Bu, gerekli bekleme süresi tamamlanmayan ürünlerde sıklıkla görülen bir hatadır. Uygun bekleme süresinin ayarlanması hatanın giderilmesi için en uygun çözüm yoludur. Taşma deliği ve batarya deliklerinin olduğu kısımlardaki deformasyonların çoğu ürünün deri sertliğine gelmeden bu deliklerin delinmesine bağlıdır.

Deri sertliğine gelmeyen ürünler şablonla delinirken bu kısımlara uygulanan baskı sebebiyle yüzeyde deformeler oluşmaktadır. Bu deliklerin şablonla delinmesi sırasında yüzeye baskı uygulamak yerine şablonun döndürülerek çamuru kesmesi deformeleri önleyecektir.

Lavabo ayaklarında oluşan deformasyonun en büyük sebebi ürünün kalıptan deri sertliğine gelmeden çıkarılması ve regalde dik olarak bekletilmesidir. Lavabo ayakları regallerde muhakkak yatay olarak kurutulmalıdır.

Kalıpların döküm ömrü mutlaka kontrol edilmeli döküm ömrünü tamamlamış kalıplar değiştirilmelidir. Gözden kaçan deformasyon sebeplerinden biri ise fırınlama sırasında plakalardan kaynaklanan eğriliklerdir. Bu deformasyon sebebine fırınlama hataları kısmında değinilmiştir.

2.2.8. Et Kalınlığı Farklılıkları

Şekillendirme işlemi tamamlanan ürünlerin bir kısmında, et kalınlıklarında farklılıklar görülmektedir. Kalıbın tek taraftan sıkılması sebebiyle zaman içerisinde kalıpların eskimesi bu hataya yol açmaktadır. Kalıbın döküm sayısının kontrol edilmesi ve kalıpların yaş kapanmaması bu hatayı büyük ölçüde önleyecektir.

2.2.9. Çatlamalar

Üretim sırasında sık karşılaşılan sorunlardan biride çatlamalardır. Hemen hemen her üründe görülmekle beraber, Klozet ve lavabo ayaklarında sıklıkla görülür. Klozetlerde kapak kısmının olduğu bölgelerde, temiz su girişi bölgesinde, S-trap ve P-trap olarak adlandırılan sifon bölgesinde ve etek kısımlarında görülürken, lavabo ayaklarının iç kısımlarında görülür. Görsel 12'de bir klozetin temiz su girişinde bulunan çatlak görülmektedir.

Görsel 12. Temiz Su Girişinde Bulunan Çatlak [4]

Temiz su girişini şekillendiren çekirdeğin bu bölgede fazla bekletilmesi küçülen çamurun çekirdeği sarmasına sebep olmuş ve çekirdeğin zorlanarak çıkarılması sırasında oluşan kılcal çatlaklar fırınlama sırasında büyüyerek açılmıştır. Görsel 13'da ise klozetin sifon bölgesinin şablonla delinmesi sırasında oluşan kılcal çatlağın, kurutma ve fırınlama sırasında iyice büyümesi görülmektedir.

Görsel 13. Sifon Bölgesinde Oluşan Çatlak [4]

Küçülen çamurun, sifon bölgesini şekillendiren kalıp taban kısmında bulunan çekirdekleri sarması sonucunda ürünün kalıptan çıkarmak güçleşir. Zorlanan yarı ürünün sifon bölgesinde çatlamalar meydana gelir. Bu çatlamalar ürün kalıptan çıkarıldığında görülmemesine rağmen pişme sonucunda açığa çıkar. Görsel 14'da sifon bölgesinde oluşan çatlama görülmektedir.

Görsel 14. Sifon Bölgesi Çatlağı [4]

Çatlak sorunun kesin çözümünde çekirdek uçlarının zımparalanarak yuvarlatılması etkili olacaktır. Bunun yanı sıra 1760gr/lt ağırlığındaki çamurun bu kanallara sürülmesi bağlayıcılık sağlayıp çatlakların kapanmasını sağlayacaktır. Klozetlerde çatlağın görüldüğü bir diğer nokta dip ve iç kısımlardır. Bu kısımlarda oluşan çatlamanın başlıca sebebi şekillendirme işlemi tamamlanan ürünün rötuşu sırasında süngerden sızan suyun tabanda birikmesi ve alt kısmı inceltmesine bağlıdır. Görsel 15'de dip çatlağı görülmektedir.

Görsel 15. Dip çatlağı [4]

Ürün dibinin yaş kalmasına bağlı olarak bu kısmın incelmesi sebebiyle kılcal çatlamalar meydana gelir. Bu çatlamalar kurutma ve fırınlama sırasında oluşan küçülmeler sebebiyle açılarak büyür.

Klozetlerde etek kısmında meydana gelen çatlamaların çoğunun sebebi rötuş süngerinin fazla ıslak olmasıdır. Sulu yapılan rötuş klozet eteklerinde çatlamalara sebep olur.

Lavabolarda görülen çatlaklar ise çoğu zaman kalıp birleşim yerlerinde, montaj deliklerinin olduğu bölgeler ya da ürünün ayna yüzeyinin arka kısmında sıklıkla karşımıza çıkar.

Görsel 16'da bir lavabonun arka yüzeyinde bulunan bir çatlak görülmektedir.

Görsel 16. Lavabonun Arka Yüzeyinde Oluşan Çatlak [5]

Görsel 16'da bir lavabonun arka yüzeyinde bulunan bir çatlak ürünün gerekli deri sertliğine gelmeden regale alınması sonucu oluşan gerilimlere bağlıdır. Ürünün kalıptan çıkarılması için gerekli sürenin tespiti en uygun çözüm yoludur. Görsel 17'de görülen montaj bölgesinde oluşan çatlağın sebebi montaj deliğini şekillendiren çekirdeğin ters tarafa ittirilerek çıkarılmasından kaynaklanır.

Görsel 17. Montaj Çekirdeği Çatlağı [4]

Montaj deliğini şekillendiren çekirdekler açılı yapılmasına rağmen çoğu zaman işçiler bu konikliği umursamazlar ve çekirdeği tersten iterek çıkartırlar. Bu davranış bölgenin çatlamasına sebep olur. Şekillendirme aşamasında yapılan sünger rötuşu sebebiyle bu çatlaklar kapanmasına rağmen kurutma ve fırınlama sırasında tekrar ortaya çıkmaktadır.

Rezervuarlarda ise çatlaklar genellikle kapak oturma bölgeleri bağlantı delikleri ve rezervuarların yan duvarlarında görülür. Kapak oturma bölgesinde görülen çatlaklar çoğunlukla işçilik hatalarına bağlıdır. Şekillendirme işlemi biten ürünün kapak oturma yüzeyi kesilirken bıçağın dikey hareketi sonucu oluşan ufak kesik kaçıkları, kuruma ve fırınlama sırasında büyüyen çatlaklara dönüşür. Bağlantı delikleri kısmında görülen çatlamalar, ise şablonla kesim sırasında uygulanan baskıya bağlıdır. Rezervuarlarda boydan boya görülen çatlamalar, üründe oluşan kılcal bir çatlağın fırında ısının yükselmesi ile ilerlemesine bağlıdır.

Tüm bunlara ilaveten taşıma arabalarındaki olumsuz şartlar, tekerleklerin dengesizliği, arabalara sık ve fazla ürün yüklenmesi taşıma sırasında çatlakların oluşumuna sebebiyet vermektedir.

Çatlakların önlenebilmesi için bu olumsuzlukların giderilmesi gerekmektedir. Çatlakların önlenmesinde diğer etkende ürün nemlerinin %1-1,5 altına düşmeden kurutmadan çıkarılmasıdır. Nem kontrolü yapılarak ürünlerin kurutmadan çıkarılması fire sayısını büyük ölçüde azaltacaktır. Rötuş işlemine başlamadan önce ürünlerin belirli bölgelerinin gazlama işlemine tabi tutulması nihai üründe çatlak yüzdesini azaltacaktır.

3. RÖTUŞ SÜRECİNDE KARŞILAŞILAN KALIP İZLERİ

Üretimde göz ardı edilemeyecek birimlerden biri rötuştur. Bu bölüm hataların kapatıldığı, ürünün sırlamaya hazırlandığı bölümdür. Yapılan iş kolay gibi gözükse de sırlama karşılaşılan bazı sır açma hataların kaynağında da iyi yapılmayan rötuş işlemi yatmaktadır. Üretimin bu sürecinde en sık karşılaşılan hata kalıp izlerinin giderilmemesidir. Görsel 18'de rötuş işlemi iyi yapılmayan bir ürünün ön tarafındaki kalıp izleri görülmektedir.

Görsel 18. Kalıp İzleri[5]

Şekillendirme işleminden sonra yapılan sistire ve zımpara rötuşlarının dikkatli bir şekilde tamamlanması gerekmektedir.

Bu tarz kalıp izleri sırlama ve fırınlanma sonunda daha belirgin hale geleceği için rötuş aşaması dikkatli geçilmelidir.

4.SIRLAMA SÜRECİNDE KARŞILAŞILAN HATALAR

Sırlama sürecinde karşımıza sıklıkla çıkan sorunlar, akma, dalgalanma, lekeler, kaynama, pinhole, matlık, sır çatlaklarıdır.

4.1.Sır Toplanması

Toplanma erimiş sırın çekilmesi ile ürün yüzeyinde kalan sırsız alanlardır [2].

Görsel 19'da sır toplanması hatası görülmektedir.

Görsel 19. Sır Toplanması [6]

Sırlanan yüzeylerin tozlu, yağlı, kirli olması, bünyenin porozitesinin çok olması, yeni sırlanmış rutubeti fazla ürünün kurumadan fırına verilmesi, yetersiz bağlayıcılık özelliği gibi sebeplerden sır toplanması olabilir. Bu gibi durumları önlemek için; fırının ilk giriş ısısının düşürülmesi, tane iriliğinin kontrol edilmesi, sırın yüzey geriliminin kontrol edilmesi alınacak tedbirlerdendir.

Pişirim esnasında meydana gelen hataların yanında, pişirim öncesi yine sırda bir takım hatalar olabilir. Sır atılacak bünyenin homojen olmaması, sır bünyesine hava kaçması, sırlama yapılacak bünyenin çok kuru olması, bünyenin çok sert, ıslak olması, bünyenin çok tozlu ve gözenekli olması, sır ve bünye arası ısı farklarının olması, daldırma usulü yapılan sırlamada havanın sırla yer değiştirmesi, bu hataların bazılarıdır. Sır bünyeye çabuk uygulanmalıdır. Uzun süreli olursa sırı çok çeker ve hava kabarcıkları oluşur. Küçük taneli ve plastik madde oranı fazla olan bünyede hava kabarcıkları kolay çoğalır. Sırın hızlı uygulanması durumunda sırın bünyeye yapışmaması sonucu sır yüzeyinde istenmeyen hatalar olabilir.

4.2. Lekelenmeler

Üretimin belirli dönemlerinde sır yüzeyinde lekelenmelerle karşılaşılmaktadır. Görsel 20'de çeşitli lekelenmeler görülmektedir.

Görsel 20. Çeşitli Lekelenmeler[6]

Lekelerin başlıca sebepleri, hammaddenin yeteri kadar temiz olmaması, pistole içinde bulunan döküntülerin sırlama sırasında yüzeye aktarılması, mıknatısların mıknatıslık özelliğini kaybetmesine bağlı olarak tutulamayan metal bileşikleri ve sırlı ürünün taşınma sürecinde arabaların küflenen kısımlarından yüzeye düşen parçacıklar da sır yüzeyinde lekelenmelere sebep olur. Hatanın çözüm yönteminde hata kaynağının doğru tespiti önem taşımaktadır. Lekenin rengi ve boyutu bu tespitte önemli rol oynamaktadır.

Kahverengi; bu renk lekelenmeler genellikle demir lekeleridir. Sır hammaddelerinin ve eleklerin yırtılıp yırtılmadığının kontrol edilmesi önerilir.

Kahverengi ve ele gelen lekelenmeler, genellikle fırın ve arabalardan dökülen pasa bağlı olan lekelenmelerdir.

Koyu yeşil lekelenmeler pistole uçlarına bağlı lekelenmelerdir. Pirinç alaşımlarının dökülmeleri ve pistole ile püskürtülen sırla beraber yüzeye taşınırlar.

Zeytin yeşili lekeler; mıknatısın çekmiş olduğu atıklar bir kroze içine konulup pişirildiğinde genelde bu renk lekelenmelerin olduğu denemelerle tespit edilmiştir. Bu sebeple ürün üzerinde sarımsı- yeşil, zeytin yeşili lekelenmeler tespit edildiğinde ilk kontrol edilecek mıknatıslar olmalıdır.

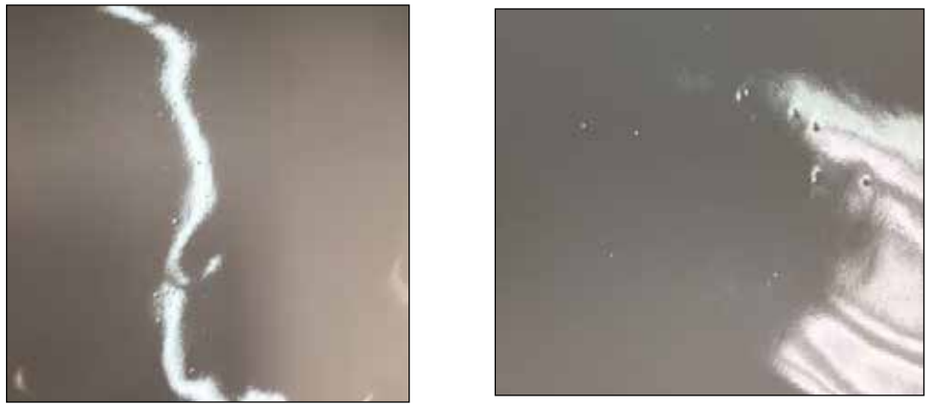
4.3. Sır Akması

Sırın litre ağırlığının düşük olması ve sır içindeki bağlayıcıların yokluğu nedeniyle sır uygulandığı yüzeyden akar. Buda pişmiş üründe kötü bir görünüme sebep olur. Ayrıca sırın pişme sıcaklığından daha yüksek bir sıcaklıkta pişirilmesi de dik ürünlerin yüzeylerinden akarak, fırın refrakterlerine yapışmasına neden olur.

Görsel 21. Sır Akması[6]

4.4. Deliklenme (Pinhole)

Seramikçilerin en sık karşılaştıkları bu sorun, tüm seramiklerde az veya çok bulunan, yüzey kalitesini en fazla etkileyen hatadır. Pişirim sırasında oluşan gazlar sır içine girer, sır yüzeyine kadar yükselerek patlar. Eğer gaz çıkışı tamamlanmadan sır soğutmaya girerse, delikler kapanmaz ve bu hata oluşur. Kalın sırlama durumunda hem gazlar daha uzun yol kat eder, hem de gazların sırlı kısmı terk edebilmeleri için daha yüksek basınca ulaşmaları gerekir. Buda daha yüksek sıcaklıklarda mümkün olabilir. Bunun sonucunda gaz çıkışı gecikir ve sır yüzeyi düzelmeden kalır. Kirlilikler bu hataya neden olur. Bozunma gazları ve yine değirmen taşlarının örülmesinde kullanılan çimento artıklarının sıra karışması başlıca nedenlerdir.



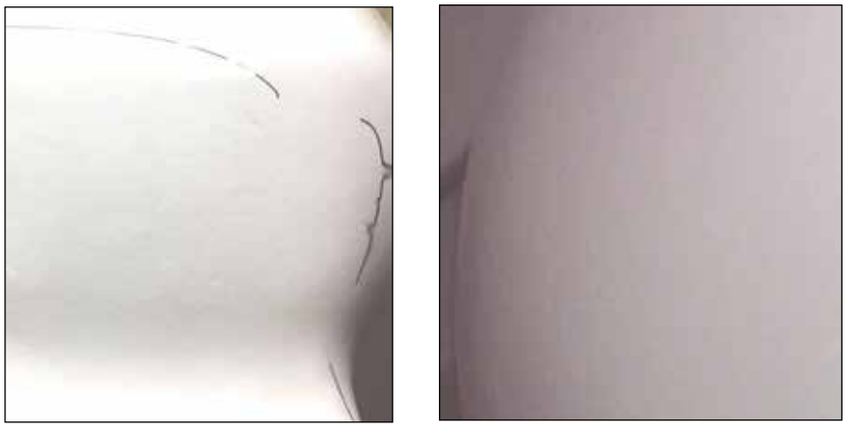
Görsel 22. Pinhole Hatası [6]

4.5. Sır Çatlakları

Sır–çamur ara yüzeyinden başlayarak sır yüzeyine kadar ulaşan çatlaklardır. Genellikle sır kalınlığının fazla olduğu kısımlarda görülür. Bu hata, sır ve bünye arasındaki ısıl genleşme farklılıklarından oluşur [3.]

4.6.Portakal Kabuğu

Pişirim sırasında oluşan gazlar sır içine girer, sır yüzeyine kadar yükselerek patlar ve yüzeyde bir daha kapanmayan ince delikler oluşur, sır yüzeyi yumurta kabuğu gibi bir görünüm alır. Eğer delikler daha da büyükse portakal kabuğu gibi olur. Bu hatanın ana nedeni sır bünye arasındaki reaksiyonlar, sırda ve bünyede bulunan karbonun yanması kimyasal suyun atılması, indirgen fırın atmosferi ile sır reaksiyonu, uygun olmayan fırın rejimi ve kirliliklerdir [3]. Görsel 23'de portakal kabuğu görünümlü yüzey görülmektedir.



Görsel 23. Portakal Kabuğu Görünümlü Yüzey [6]

5. FIRINDAN KAYNAKLANAN HATALAR

5.1 Engop Yapışması

Fırın refrakterlerine sürülen kalın engobun seramik yüzeyine yapışmasından kaynaklanan ve sıklıkla karşılaşılan bir hatadır. Engobun daha ince sürülmesi veya pişme derecesi fırın ısısından daha yüksek derecede olan bir engobun hazırlanması ile sorun çözülebilir. Görsel 24'de Engop yapışması görülmektedir.

Görsel 24. Engop Yapışması [4]

Engop yapışması sebebi ile fırın refrakterine yapışan ürünün çıkarılması sırasında ürünün bazı parçaları kırılabilir. Ayrıca ürün üzerine yapışan angobun temizlenmesi sırasında çıkan tozun sağlığa verdiği zararlar unutulmamalıdır.

5.2. Şok Çatlakları

Pişme işlemi tamamlanan ürünün fırının soğuma sürecini tamamlanmadan fırından çıkarılması sebebiyle yüzeydeki sırın aniden soğumaya maruz kalması sonucunda oluşan ısısal gerilimler sonucunda çatlama oluşur. Görsel 25'da klozet üzerinde görülen şok çatlağı görülmektedir.

Görsel 25. Şok Çatlağı [6]

5.3. Deformasyonlar

Fırın içerisindeki refrakter plakaların zamanla eğrilmesi sonucunda üzerinde bulunan ürünler pişme sırasında refraktere göre şekillenirler. Fırın boşaltıldığında bu ürünlerin deforme olduğu görülmektedir. Fırın plakalarının her fırın öncesi kontrolü, eğrilen ve çatlayan plakaların değiştirilmesi önemlidir.

Görsel 26. Deformasyon [6]

Ayrıca bünyedeki suyun hızlıca bünyeden uzaklaşması sebebiyle deformasyonlar meydana gelmektedir.

5.4. Cam Elyafı Yapışmaları

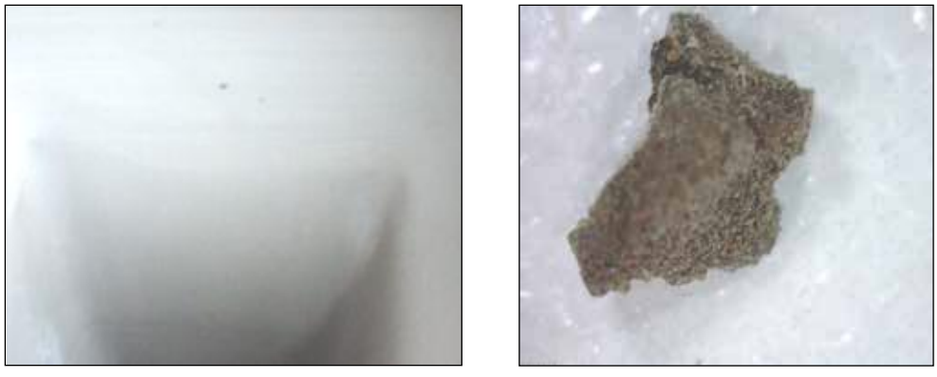
Fırının yakılıp soğuması sonucunda zaman zaman genleşip büzüşen cam elyafları zamanla dökülmeye başlar. Bunlar kontrol edilmezse fırın yüklenip ateşlendiğinde ürün üzerine düşüp yapışırlar. Görsel 27'de bir klozet üzerine yapışan cam elyafı görülmektedir.

Görsel 27. Cam Elyafı Yapışması[4]

Fırın kontrollerinin periyodik bakımı, sarkan elyafların kontrol edilip örülmesi bu tarz sorunları en aza indirecektir.

5.5. Lekeler

Fırın aksamlarında bulunan küflü parçaların ısınma sırasında dökülüp ürün yüzeyine yapışması, gaz hattındaki ve brülörlerdeki paslanan kısımların fırın içerisine gazın verilmesine bağlı olarak bu parçaların fırın içine yayılması ile oluşmaktadır. Görsel 28'da klozet içerisine düşen parçalar görülmektedir.



Görsel 28. Klozet İçerisine Düşen Parçalar[4]

Gaz brülörlerinin açılıp içerisindeki parçacıklarının bu gaz basıncı ile dışarı atıldıktan sonra vagonların fırın içine yerleştirilmesi işleminden sonra fırının yakılması sorunu çözmede en ekonomik çözüm yoludur. Gaz brülörlerine filtre takılması ise en uygun çözümdür.

5.6. Matlık

Mat noktalar ve parlaklığın kaybolması sırın bünye içine absorbe olması, bazı sır bileşenlerinin uçması veya bazı kısımlarda kristalleşmesi bu hataya neden olur.

Fırın atmosferindeki kükürt gazları sırla reaksiyona girerek sülfatlar oluşturabilir ve bu kısımlarda matlık oluşur.

Görsel 29'da mat bir lavabo yüzeyi görülmektedir.

Görsel 29. Mat Sır [6]

Fırın içindeki ürünlerin sık yüklenmesi, hava dolaşımını azaltır. Hava dolaşımının az olduğu kısımlarda matlık oluşabilir.

5.7. Renk Farklılıkları

Sır hazırlarken renk verici oksitlerin iyi karıştırılmaması, renk verici oksitlerin iyice ince öğütülmemiş olması, bu sorunu oluşturabilir. Bu problem, iyi dağılım, ince öğütme ve fritleme yolu ile önlenebilir. Sırlama sırasında belli olmayan bu hata ürünlerin fırına girmesi ile belirgin hale gelmektedir [3].

6. SONUÇLAR

Çalışmada üretimde sıkça karşılaşılan sorunlara değinilmiştir. Tüm sorunların çözümünde iyi bir gözlem ve süreç kontrolüne ihtiyaç duyulmaktadır. Üretimin çeşitli bölümlerinin birlikte hareket etmesi, hataların çözümünü hızlandıracaktır. İşletme şartlarının iyileştirilmesi, ürün hatalarına yönelik çalışanlara gerekli seminer ve eğitimin verilmesi daha iyi ürünlerin ortaya çıkmasını sağlayacaktır. Bilinçli elemanların yetişmesi, beraberinde ürün kalitesini ve müşteri memnuniyetini getirecektir.

KAYNAKÇA

[1] Sümer, G., *" Seramik Sanayii ve Türkiye "* Türkiye Kimya Mühendisliği IV. Teknik Kongresi Tebliğleri, (25-28)

[2] Fraser,H., *" Seramik Hataları ve Çözüm Yöntemleri",(110), 2010 Çvr.Mete,Z. Ve Özkan, İ*

[3] https://tr.scribd.com/document/13787730/seramik-uretimi (Erişim Tarihi:10.06.2017)

[4] Savkol,Ü. 2016 *"Vitsan Seramik Ltd.Şti."*

[5] Tosun,Y., 2016 *"Vitsan Seramik Ltd.Şti."*

[6] Özkan, S., 2017*"Her-İş Seramik A.Ş."*

SUSTAINABLE AKÇAOVA POTTERY

Ass. Prof. Filiz Öztürk[1]

[1]Ardahan University, Faculty of Fine Arts, Painting Department

Ardahan/TURKEY

ABSTRACT

Pottery products which were used for food and beverage needs before proliferation of industrial products, are seen to succumbed easily accessible, cheap and durable materials produced today for the same purposes. However, in Akçaova one of the pottery production centres in Aydın, Çine district this situation is not the case. The demand for pottery products that are produced in the district increases day by day but there is a difficulty in educating new masters to continue production. Ercan Cesur, a pottery master living in the district, came together with a municipal officer and the mayor of the period to solve this problem and established Pottery Training Centre within the scope of European Union aided "New Opportunities Grant Project" and aimed to train new masters who will continue traditional pottery in this centre. Thanks to this project realized in the district, pottery has become revitalized and attractive for a short time.

Within the scope of research titled "Sustainable Akçaova Pottery" developments in the district have been investigated on site during field works in 2007, 2010, 2011 and 2017. Therefore, effects of the European Union – aided project, applied between 2004 and 2005, in the sustaining of pottery have been investigated periodically. When the effects of the project to the district pottery on economic, professional and social fields are evaluated, physical and cultural features of the district are taken into consideration. Current situation of the district pottery is a significant example for the revival of traditional pottery culture as savings to hand down the next generations and professional sustainability aspect. In this study, the physical and cultural characteristics of the field were taken into account when evaluating the economic, professional and social effects of the project on the district pottery.

Key Words: Akçaova, Sustainable, Traditional Pottery, European Union Project, Pottery

1. INTRODUCTION

Solutions to the economic, cultural and ecologic issues directly related to individuals' welfare and life quality have been investigated under the notion of "sustainable". In turkey it is a fact that, there are many fields needing variety and persistence in productivity to be investigated under that title. Traditional pottery, one of these, has importance for our country both in cultural and economic means. It can be clearly seen that fast moving industry affects especially hand made products adversely. These adverse effects involve pottery production in Akçaova district of Aydın province. The last 9 pottery masters in the district declare that they are worried due to these reasons about handing down Akçaova pottery to the next generations which has difficulties in continuing its existence. To struggle with these adverse effects, a European Union project was conducted to develop pottery in their district between 2004 and 2005. This project has revealed that pottery has sustainable cultural, economic and environmental sources in the district and these sources need to be led.

2. EFFECTS OF EUROPEAN UNION AIDED "ACTIVE LABOR PROGRAMS-NEW OPPORTUNITIES GRANT PROJECT" WHICH IS APPLIED TO PROVIDE SUSTAINABILITY IN AKÇAOVA POTTERY ON THE POTTERY IN THE DISTRICT

Akçaova district, 12 km from Çine town, and 40 km from Aydın province, is located on 37° 30' 30.3084" North and 28° 1' 17.5296" East gps coordinates (URL-1). It had municipality status in 1969, but it was expelled in 2004 and turned to neighbourhood status. Its population is approximately 2700. A great majority of its population earn their living through olive cultivation and breeding (URL-2). Besides, pottery production having a history of 400 years is continuing with 9 masters. 6 of these 9 masters make production throughout the year; however other 3 masters produce pottery in summer months and work as construction worker or ranch in winter months. It is known that pottery is descended from father to son or continues by master-apprentice relationship in the district. This tradition has been interrupted for reasons such as neglect and it shows the risk that existing workshops will short-run and disappear (URL-3). Experienced pottery master Ercan Cesur wanting to turn the tables, prepared a project to establish a Pottery Training Centre together with municipal officer and pottery department graduate Dursun Savaş, and mayor of the period Hasan Çam. This project has started exercises for the Sustainable Akçaova Pottery.

105.000 TL was granted to the Pottery training Centre by European Union on 24.12.2004. Project has ranked in the first 8 of 247 applied projects. Ercan Cesur and Murat Cesur worked as trainers and 10 female, 18 male, 2 disabled, totally 30 participants have received training there. Only 3 of 30 participants have learned the business and had right to obtain master certificate. However one of the female masters was stated to quit pottery production after she had married. Only 2 female pottery masters have been gained from the training between 2004 and 2005. We learned that there was another female Potter in the past from the interview with one of these female potters Meral Özkar [1]. Master Meral told that her grandmother produced pottery and exchanged them with food like wheat and vegetables to earn living because of her husband's long-term military service. She added that, women

living in the district communicate through social media and show interest to the pottery production today.

Especially stew pan, pitcher and fish pan are among commonly produced potteries in Akçaova district. In addition, some of workshops in the other production centre, Menemen, order some of their products like stew pan and fish pan from workshops in Akçaova, because their clay is instable to fire. Masters in the district mention that, they receive huge demand from domestic and foreign firms for these products but they have difficulty in meeting the demands due to lack of masters and apprentices. Masters specify that they can overcome the situation by gaining new masters and apprentices.

Picture 1. Opening of European Union Aided Pottery Training Centre took place with the participation of Nihat Menteşe, then parliament member from Aydın; mayor of Aydın , district governor of Çine, general director of Turkish Employment Service, European Union Finance Director at Ankara Centre and various non-governmental organizations (Photograph: Durmuş Savaş, 2005)

(a) **(b)**

Picture 2. (a) Pottery Training Centre, **(b)** Leaflet prepared for the project.
(Ercan Cesur- Durmuş Savaş)

(a) **(b)**

Picture 3. (a-b) Trainees who have received training at Pottery Training Centre.
(Photograph: Durmuş Savaş, 2005)

Picture 4. Trainees who have received training at Pottery Training Centre.
(Photograph: Durmuş Savaş, 2005)

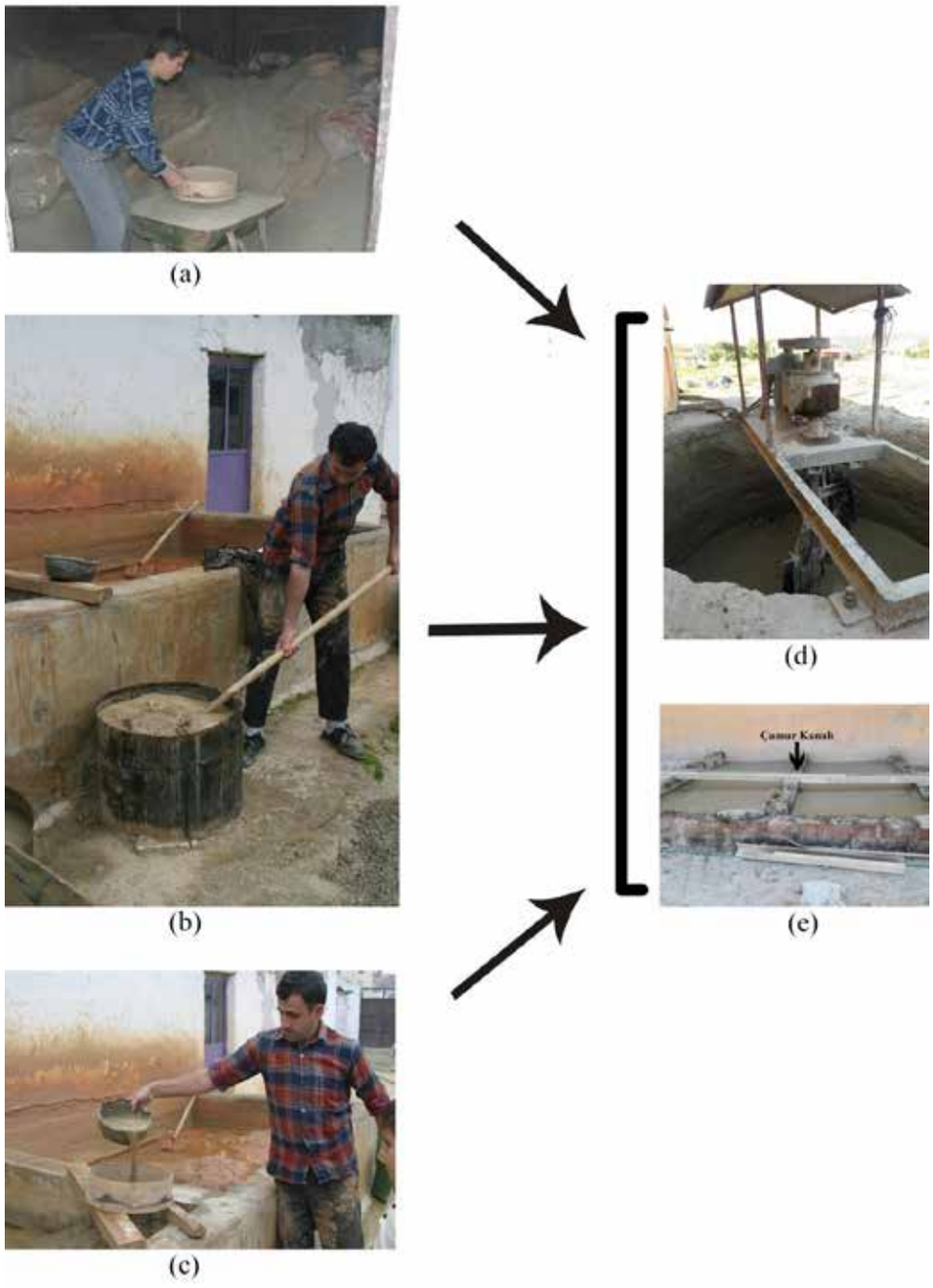
3. POTTERY PRODUCTION METHODS IN AKÇAOVA BEFORE AND AFTER EUROPEAN UNION PROJECT

Clay used in pottery production was provided from district of Akçaova until 10-12 years ago, but now it is brought from adjacent regions. In early production methods, clay preparation and pottery making phases was based on labour force. Within 12 years since the European Union Project was implemented, innovations have been observed in pottery production technology in the region.

Project executor and trainer Ercan Cesur developed a new clay preparation technology taking Menemen as example. Early clay preparation methods which are inconvenient and lengthy, based on labour force were surrendered, electrical devices like pug mill and vacuum-press have been brought into use. With the old production methods, a potter can make up to 40-50 pots per day, but with the use of new techniques and tools it is possible to produce 90-100 pots a day.

Pictures of the last period taken during field work done to appoint the latest situation of pottery in the district in June-2017 (Pictures 6-7-8-9) and pictures of old production methods were compared and were shown as examples for the changes in Akçaova pottery.

Picture 5. Today, the same soil is used in pottery production as it used to be in Akçaova.



Picture 6. (a) Before soil is mixed with water, it is sieved, **(b)** sieved soil is mixed with water, **(c)** the obtained clay is drained.
(Photograph: Durmuş Savaş-2005)
(d- e) New production methods – sieved clay is mixed with water in the clay preparation mill and when it becomes so-called buttermilk, it is drained and transferred to the sludge settling pool through channels (Photograph: Ercan Cesur, Filiz Öztürk-2017)

(a)

(b)

Picture 7. (a) Kneading Process (In the region, the term "clay training" is used for this process) **(b)** In new production techniques, kneading is done by vacuum-pressing.
(Photograph: Durmuş Savaş-2005, Filiz Öztürk-2017)

(a)

(b)

Picture 8.(a) Foot Wheel which was used in old production methods (counter) **(b)** An electric wheel (Counter) is used in all workshops producing pottery in Akcaova today.
(Photograph: Durmuş Savaş-2005, Filiz Öztürk-2017)

(a) **(b)**

Picture 9. (a) Traditional wood oven, **(b)** One of the innovations in the Pottery Training Centre, electrical oven is not used due to its low capacity.
(Photograph: Filiz Öztürk- 2010, Durmuş Savaş-2005)

4. AKÇAOVA POTTERY MASTERS

In the source prepared by Güngör Güner named "Primitive Pottery Living in Anatolia"(1988) [5:117-118], it is told that there were 50-60 pottery masters in Akçaova. In the sources prepared by İrem Çalışıcı [3:9, 4], it is determined that there were 13 pottery masters in Akçaova. Today, there are 9 pottery masters in the district. Two female masters of these 9 masters have been raised by European Union aided Pottery Training Centre and other 3 young masters have been trained by Ercan Cesur.

Ercan Cesur, born in 1972, in Akçaova, learned pottery from his father and now he is the leading master in preparation of the project and takes part in trainings actively. He makes production in his workshop throughout the year. Master Ercan has started his works before the European Union project. He has applied developments in Menemen pottery by trial and error at his own workshop and made significant contribution to development of pottery in the district. He states his concern about that, pottery may be confront with the danger of extinction 15-20 years later due to lack of interest. On the other hand, master Ercan says that pottery is a gainful employment and shows development of his pottery workshop and house as an example (Picture 10).

(a) **(b)**

Picture 10. (a) House of Potter Ercan and his workshop, March-2010, **(b)** House of Potter Ercan and his workshop, June-2017 (Photograph: Filiz Öztürk, 2010-2017)

(a) **(b)** **(c)**

Picture 11. (a) Kamil Cesur, **(b)** Murat Cesur, **(c)** Ferhat Cesur, June 2017 (Photograph: Murat Cesur, 2017)

Murat Cesur and Kamil Cesur grown up by their father Ercan Cesur, produce pottery throughout the year. Ferhat Cesur also grown up by master Ercan continues pottery production actively.

Other pottery masters in the district and their production situations are as follows:

Mevlüt Uyguç: Born in 1959, in Akçaova and high-school graduate. He has learned pottery production from his father. He makes pottery production for 6 years and has no apprentice.

Yılmaz Menteş: Born in 1973, in Akçaova and stated that he has learned pottery production from his father. He makes pottery production for 6 years and has no apprentice.

Ersin Taştan: Born in 1990, in Akçaova and stated that he has learned pottery production from his father. He makes production throughout the year and has no apprentice.

Meral Özkar: Born in 1973, in Akçaova. One of the female masters, gained from European Union aided pottery training centre project. She has no apprentice currently, states that her son does not prefer this job.

Belma Desti: Born in 1969, in Akçaova. The second of the female masters, gained from European Union aided pottery training centre project. She makes pottery production at the workshop established as Pottery Training Centre throughout the year with Meral Özkar.

(a) **(b)**

Picture 12. (a-b) Meral Özkar and pottery produced by her
(Photograph: Filiz Öztürk, 2017)

5. CONCLUSION

When considered in terms of sustainability, it is seen that the most important advantage of European Union aided New Opportunities Grant Project is the innovations in production methods. Usage of Electrical wheel instead of foot wheel saves time during production phase. With the construction of sludge settling ponds, early difficult and inconvenient clay crushing process with a knob, was ended. Usage of vacuum-press during Clay kneading process defined as clay adaptation has caused production of more qualified clay. Electrical oven which was bought within the scope of this project, hasn't been preferred due to its low capacity. For this reason, pottery cooking is done in wood ovens. Quick drying and baking advantages of Akçaova pottery clay are some of important features. Formed clay can be cooked 2 days later in summer months and in 3-4 days in winter months after their production. Because they are fire resistant, few potteries are wasted during shaping, drying and cooking phases.

Interventions for sustainability aim to make up and reverse cultural, ecologic and sociologic, but especially economic losses. Akçaova Pottery has the right opportunities and resources for sustainability studies in these respects. Market inadequacy issue for Pottery produced in Akçaova is out of question. The main concern is that huge domestic and foreign demands can be hardly met. This is because, there are not enough pottery masters and apprentices in the district. Only 5 masters have been grown up in Akçaova, having a history of 400 years in pottery production, in the last 12 years. Although this can be regarded as favourable for the sustainability of pottery in the district but it is disquieting in the long term. Because problem has been defined, we can come through conclusions more easily and fast through new sustainability aimed studies. Socio-economic Success of Pottery training centre project is a positive exemplary for sustainable aimed projects.

REFERENCES

[1] Cesur, E., *An Exclusive Interview on Akçaova Pottery,* 26.06.2017.

[2] Özkar, M., *An Exclusive Interview on Akçaova Pottery,* 26.06.2017.

[3] Çalışıcı Pala, İ., *Current Situation of Traditional Pottery in the Aegean Region*. Master's thesis, Dokuz Eylül University, Graduate School of Fine Arts, Traditional Turkish Arts, İzmir, 2003

[4] Çalışıcı Pala, İ.,"*Cooking Methods Used in Traditional Pottery in the Aegean Region*. International Ceramics Congress Proceedings Book Sakarya: Turkish Ceramics Association, pn.580-585., 2006

[5] Güner, G., *Primitive Pottery Living in Anatolia*, Akbank, 1988

[6] Öney, D., *Pottery Made by Women in Anatolia Today,* Dokuz Eylül University, Graduate School of Fine Arts, Ceramic and Glass Design Art Major, Thesis of Proficiency In Art, İzmir, 2015

[7] Öztürk, F., "*Usage of Cooked Clay in Turkish Architecture, Creation of New Designs Using Gökeyüp, Akçaova, Karacasu Pottery Clay*", Dokuz Eylül University, Graduate School of Fine Arts, Traditional Turkish Arts, İzmir, 2011

ONLINE REFERENCES

URL-1 : http://www.haritatr.com/akcaova-haritasi-e24d
(Accessed 28.06.2017)

URL-2: http://www.cine.bel.tr/1-Cine-Tarihcesi-BelediyeYaziDetayi.aspx
(Accessed 03.07.2017)

URL-3: https://www.youtube.com/watch?v=uU2o3wK5-ug Gece-Gündüz Aydın, Çine
(Accessed 03.07.2017)

URL-4: https://www.youtube.com/watch?v=ftj1siV71F4 Akçaova Çömlekçilik
(Accessed 03.07.2017)

BİLDİRİ

SÜRDÜRÜLEBİLİR AKÇAOVA ÇÖMLEKÇİLİĞİ

Yrd. Doç. Filiz Öztürk[1]

[1]Ardahan Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Resim Bölümü

Ardahan/TÜRKİYE

ÖZET

Endüstriyel ürünlerin yaygınlaşmasından önce yeme-içme ihtiyaçlarının giderilmesinde kullanılan çömlekler, günümüzde aynı amaç için üretilen kolay ulaşılabilir, ucuz ve dayanıklı malzemelere yenik düştüğü görülmektedir. Ancak çömlek üretim merkezlerinden biri olan Aydın'ın Çine ilçesine bağlı Akçaova'da bu durumun aksi yaşanmaktadır. Beldede üretilen çömlek ürünlere talep günden güne artmakta fakat üretimi sürdürecek yeni ustalar yetiştirmekte sıkıntı yaşanmaktadır. Beldede yaşayan çömlek ustası Ercan Cesur, bu sorunu çözmek için bir belediye memuru ve dönemin belediye başkanı ile bir araya gelerek 24.12.2004 tarihinde Avrupa Birliği destekli **"Yeni Fırsatlar Hibe Projesi"** kapsamında Çömlekçilik Eğitim Merkezi'ni kurmuş ve bu merkezde yörenin geleneksel çömlekçiliğini devam ettirecek yeni ustaların yetiştirilmesini hedeflemiştir. Beldede uygulanan bu proje sayesinde, çömlekçilik kısa bir süre için de olsa yeniden canlanmış ve cazip bir hale gelmiştir.

"Sürdürülebilir Akçaova Çömlekçiliği" başlıklı araştırma kapsamında; 2008, 2010, 2011 ve 2017 tarihlerinde yapılan alan çalışmalarıyla beldedeki gelişmeler yerinde incelenmiştir. Böylece 2004-2005 yılları arasında uygulanan Avrupa Birliği destekli bu projenin, beldedeki geleneksel çömlekçiliğin yaşatılması üzerine meydana getirdiği etkiler belirli aralıklarla gözlemlenmiştir. Bu çalışmada, projenin belde çömlekçiliği üzerindeki ekonomik, mesleki ve sosyal alanlardaki etkileri değerlendirilirken, beldenin fiziki ve kültürel özellikleri göz önünde bulundurulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Akçaova, Sürdürülebilirlik, Geleneksel Çömlekçilik, Avrupa Birliği projesi, Çömlekçilik.

1. GİRİŞ

İnsanın yaşam refahı ve kalitesiyle doğrudan bağlantısı olan, ekonomik, kültürel ve ekolojik sorunlara çözüm bulunması, günümüzde "sürdürülebilir" kavramı çerçevesinde incelenmektedir. Türkiye'de bu başlık altında incelenecek, üretkenliğin, çeşitliliğinin ve devamlılığının sağlanmasına ihtiyaç duyulan birçok alanın var olduğu bir gerçektir. Bunlardan biri olan geleneksel çömlek üretimi, ülkemiz için hem kültürel hem de ekonomik anlamda önem taşımaktadır. Hızla gelişen sanayinin, özellikle el emeğine dayalı üretimleri olumsuz etkilediği açıkça görülmektedir. Bu olumsuz etkiler, günümüzde üretimin devam ettiği Aydın ilinin Akçaova beldesini de kapsamaktadır. Beldede kalan son dokuz çömlek ustası bu nedenlerden dolayı, Akçaova çömlekçiliğinin sonraki nesillere aktarılması konusunda kaygı duyduklarını dile getirmektedir. Bu olumsuz gidişatla mücadele etmek için, 2004-2005 yılları arasında belde çömlekçiliğinin gelişmesi için bir Avrupa Birliği Projesi yürütülmüştür. Bu proje, belde çömlekçiliğinin, kültürel, ekonomik ve çevre açısından sürdürülebilir kaynaklara sahip olduğunu ve bu kaynakların iyi yönetilmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

2. AKÇAOVA ÇÖMLEKÇİLİĞİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ SAĞLAMAK İÇİN UYGULANAN, AVRUPA BİRLİĞİ DESTEKLİ "AKTİF İŞGÜCÜ PROGRAMLARI-YENİ FIRSATLAR HİBE PROJESİ"NİN BELDE ÇÖMLEKÇİLİĞİNE ETKİLERİ

Akçaova beldesi, Aydın iline 40 km, bağlı olduğu Çine ilçesine 12 km uzaklıkta olup, 37° 30' 30.3084" Kuzey ve 28° 1' 17.5296" Doğu GPS koordinatlarında bulunmaktadır (URL-1). 1969 yılında belediye statüsünde olmasına rağmen 2014 yılında çıkarılan 6360 sayılı kanunla mahalle statüsüne düşürülen Akçaova beldesinin nüfusu 2700 civarındadır. Nüfusun büyük çoğunluğu geçimini zeytin yetiştiriciliği ve hayvancılık yaparak sağlamaktadır (URL-2). Bunun yanı sıra beldede dört yüz yıllık geçmişi olan çömlek üretimi, günümüzde yalnızca 9 usta ile devam etmektedir. Bu 9 ustadan 6'sı yılın on iki ayı boyunca üretim yapmasına rağmen, diğer 3 usta yaz mevsiminde çömlekçilik, kış aylarında ise inşaat işçiliği ya da hayvancılık işleriyle geçimini sağlamaktadır. Beldede çömlekçiliğin babadan-oğula ve usta-çırak ilişkisi ile devam ettiği bilinmektedir. Bu gelenek yeterli ilginin olmaması gibi nedenlerle kesintiye uğramış ve mevcut atölyelerin kısa sürede azalıp yok olma riskini ortaya koymaktadır (URL-3). Bu gidişatı tersine çevirmek isteyen beldenin tecrübeli çömlek ustası Ercan Cesur, seramik bölümü mezunu belediye memuru Dursun Savaş ve dönemin belediye başkanı Hasan Çam ile birlikte Çömlekçilik Eğitim Merkezi kurmak için bir proje hazırlamışlardır. Bu proje, Sürdürülebilir Akçaova Çömlekçiliği çalışmalarının başlangıcı olmuştur (URL-4).

24.12.2004 tarihinde kurulan Çömlekçilik Eğitim Merkezine, Avrupa Birliği tarafından 105.000 TL hibe edilmiştir. Proje, uygulanan 247 proje arasında başarılı ilk 8 içinde yer almayı başarmıştır. Ercan Cesur ve Murat Cesur'un eğitici olarak görev aldığı bu Çömlekçilik Eğitim Merkezi'nde 16 yaş üzerinde olan 10'u kadın, 18'i erkek, 2'si engelli toplam 30 katılımcı eğitim almıştır. Bu 30 kişilik kurstan sadece 3 kadın katılımcı eğitimini başarıyla tamamlayarak ustalık belgesi almaya hak kazanmıştır. Ancak bu kadın ustalardan birisinin evlendikten sonra çömlek üretimini bıraktığı belirtilmiştir. 2004-2005 yılları arasında uygulanan bu eğitimden günümüze sadece 2 kadın usta kazanılmıştır. Kadın çömlekçilerden

biri olan Meral Özkar ile yapılan görüşmede [1], beldenin geçmişinde de bir kadın ustanın var olduğu bilgisine ulaşılmıştır. Meral usta, dedesinin uzun askerlik dönemi nedeniyle anneannesinin çömlek üretimi yaptığını ve bu çömlekleri eşeklere yükleyerek civar köylere gidip buğday, sebze gibi gıdalarla değiş-tokuş yaparak geçimini sağladığını belirtmiştir. Günümüzde, belde kadınlarının ve Meral usta'ın sosyal medya aracılığı ile iletişim kurduğu kadınların çömlek üretimine ilgi duyduğu belirlenmiştir.

Akçaova beldesinde yaygın üretilen çömlekler arasında, özellikle güveç, testi ve balık tavası gibi ürünler yer almaktadır. Ayrıca diğer üretim merkezi olan Menemen'deki atölyelerden bazılarının, Menemen kilinin ateşe dayanıksız oluşu nedeniyle güveç, balık tavası gibi çeşitli ürünleri Akçaova'daki atölyelere sipariş ettikleri görülmektedir. Ayrıca belde çömlekçileri, bu ürünler için yurtiçinde ve yurtdışında bulunan firmalardan yoğun talep aldıklarını, ancak usta ve çırak yetersizliği nedeniyle gelen talepleri karşılamakta güçlük çektiklerini dile getirmektedirler. Ustalar, yeni usta ve çırakların kazanılması sayesinde sorunun üstesinden gelinebileceği belirtmektedirler.

Görsel 1. Avrupa Birliği Destekli Çömlekçilik Eğitim Merkezi açılışı, dönemin Aydın Milletvekili Nihat Menteşe, Aydın Valisi, Çine Kaymakamı, İŞKUR Genel Müdürü, Avrupa Birliği Ankara Merkezi Finansman Sorumlusu ve Çeşitli Sivil Toplum Kuruluşlarının katılımıyla gerçekleşmiştir (Fotoğraf: Durmuş Savaş, 2005)

(a) **(b)**

Görsel 2. (a) Çömlekçilik Eğitim Merkezi, **(b)** Proje için Hazırlanan Kitapçık. (Ercan Cesur- Durmuş Savaş)

(a) **(b)**

Görsel 3. (a-b) Çömlekçi Eğitim Merkezi'nde Eğitim Alan Kursiyerler.
(Fotoğraf: Durmuş Savaş, 2005)

Görsel 4. Çömlekçi Eğitim Merkezi'nde Eğitim Alan Kursiyerler.
(Fotoğraf: Durmuş Savaş, 2005)

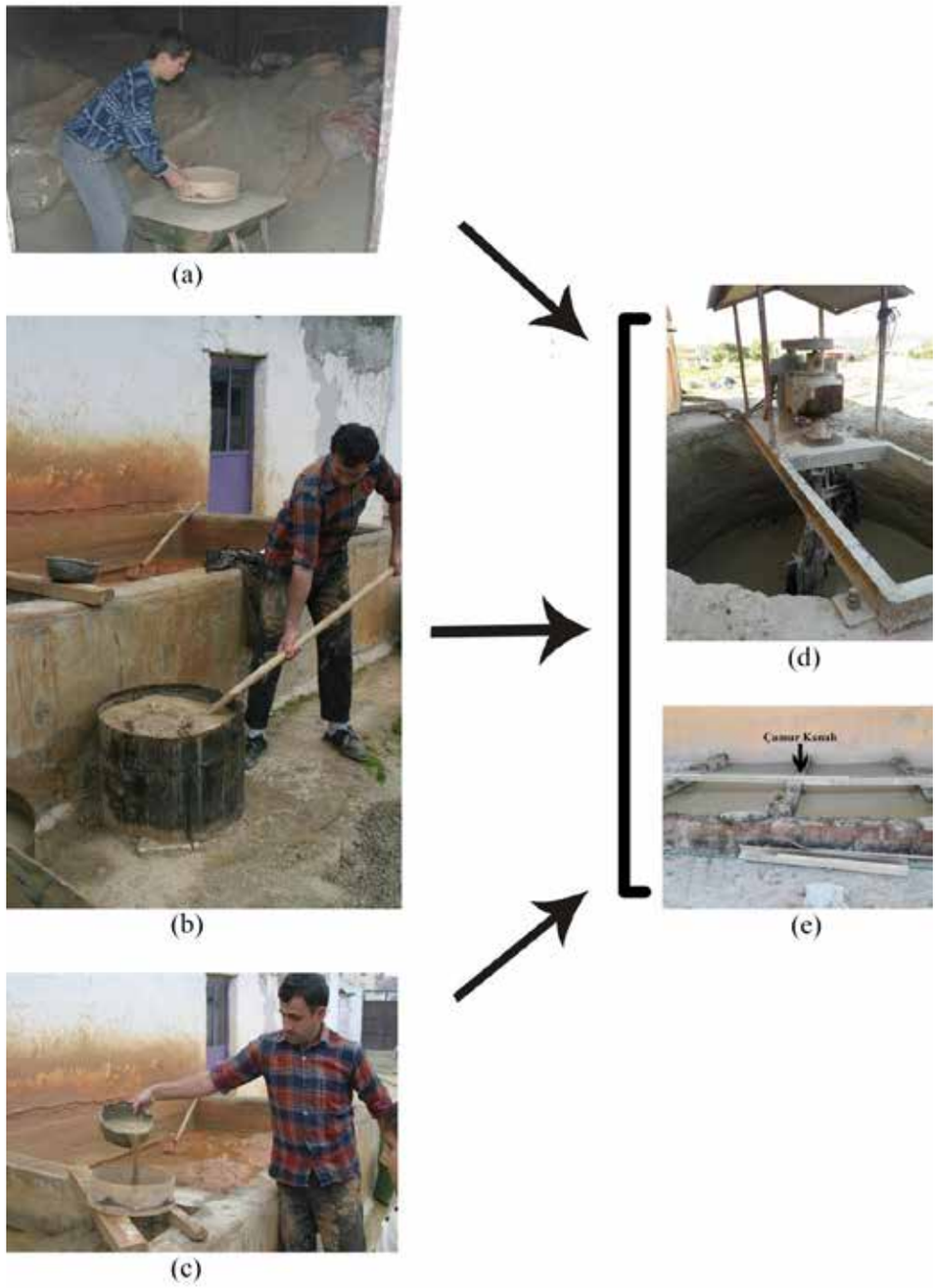
3. AVRUPA BİRLİĞİ PROJESİ ÖNCESİNDE VE SONRASINDA AKÇAOVA'DA ÇÖMLEK ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Çömlek üretiminde kullanılan toprak, yaklaşık 10-12 yıl öncesine kadar Akçaova beldesinden sağlanırken, günümüzde yörenin civarındaki bölgelerden getirilmektedir. Eski üretim yöntemlerinde, çamur hazırlama ve çömlek yapım aşamaları insan gücüne dayalı olarak geçekleştirilmektedir. Günümüzde ise Avrupa Birliği Projesi'nin uygulandığı günden bugüne kadar olan 12 yıllık süre içinde yörede çömlek üretim teknolojisinde yeniliklerin yaşandığı görülmektedir.

Diğer önemli bir gelişme ise projenin eğitmeni olan Ercan Cesur tarafından Menemen örneği baz alınarak yeni bir çamur hazırlama teknolojisi geliştirilmiştir. Alan araştırmaları sırasında, zahmetli ve uzun uğraşlarla insan gücüne dayalı çamur hazırlama yönteminden vazgeçildiği, çamur değirmeni, vakum-pres ve elektrikli çark gibi kolaylık sağlayan aletler kullanılmaya başlandığı görülmüştür. Eski üretim yöntemleriyle bir çömlekçi günde en fazla 40-50 çömlek yapabiliyorken, yeni teknik ve aletlerin kullanılması sayesinde günde 90- 100 çömlek üretebilme imkanı bulmaktadır.

Belde çömlekçiliğinin bugünkü durumunu saptamak üzere Haziran-2017 tarihinde yapılan alan araştırmasında son döneme ait elde edilen görseller (Görsel 6-7-8-9) ile eski üretim yöntemlerine ait görseller karşılaştırılmış ve Akçaova çömlekçiliğinde yaşanan değişimlere örnek gösterilmiştir.

Görsel 5. Akçaova'da eskiden olduğu gibi günümüzde de çömlek üretiminde aynı toprak kullanılmaktadır.



Görsel 6. (a) Toprak suyla karıştırılmadan önce eleme işlemi yapılır, **(b)** elenen toprak suyla karıştırılır, **(c)** elde edilen çamurun süzülür.
(Fotoğraf: Durmuş Savaş-2005)
(d- e) Yeni üretim yöntemleri- elenen toprak çamur hazırlama değirmeninde suyla karıştırılıyor ve toprak ayranı denilen kıvama geldiğinde süzülerek kanallarla çamur çöktürme havuzuna aktarılıyor.
(Fotoğraf: Ercan Cesur, Filiz Öztürk-2017)

(a)

(b)

Görsel 7. (a) Yoğurma İşlemi (Yörede bu işlem için "çamurun alıştırılması" deyimi kullanılmaktadır)
(b) Yeni üretim tekniklerinde yoğurma işlemi vakum-presle yapılmaktadır.
(Fotoğraf: Durmuş Savaş-2005, Filiz Öztürk-2017)

(a)

(b)

Görsel 8.(a) Eski üretim yöntemlerinde kullanılan ayak çarkı (tezgah), **(b)** günümüzde Akçaova'da çömlek üretimi yapan tüm atölyelerde elektrikli çark (Tezgah) kullanılmaktadır.
(Fotoğraf: Durmuş Savaş-2005, Filiz Öztürk-2017)

(a) **(b)**

Görsel 9. (a) Geleneksel odunlu fırın, **(b)** Çömlekçi Eğitim Merkezi'ndeki yeniliklerden biri olan elektrikli seramik fırını az ürün alması nedeniyle kullanılmamaktadır. (Fotoğraf: Filiz Öztürk- 2010, Durmuş Savaş-2005)

4. AKÇAOVA ÇÖMLEK USTALARI

Güngör Güner tarafından hazırlanan "Anadolu'da Yaşamakta Olan İlkel Çömlekçilik" (1988) isimli kaynakta [5:117-118] Akçaova'da 50-60 çömlek ustasının varlığından söz edilmektedir. İrem Çalışıcı tarafından hazırlanan kaynaklarda [3:9, 4] ise beldede 13 çömlek ustası olduğu belirtilmiştir. Günümüzde ise 9 çömlek ustası olduğu saptanmıştır. Bu dokuz ustadan 2 kadın usta, Avrupa Birliği destekli Çömlekçi Eğitim merkezi tarafından diğer 3 genç usta ise Ercan Cesur tarafından yetiştirilmiştir.

Beldede günümüzde çömlek üretimi yapan ustaların başında, projenin hazırlanmasında ve sonrasında verilen eğitimlerde aktif görev alan 1972 - Akçaova doğumlu Ercan Cesur, çömlek yapımını babasından öğrenmiştir ve atölyesi yılın 12 ayı boyunca üretim yapmaktadır. Ercan usta beldedeki çömlekçiliğin gelişmesi için çalışmalarına, Avrupa Birliği Projesinden önce başlamıştır. Menemen çömlekçiliğindeki gelişmeleri deneme yanılma yöntemiyle kendi atölyesinde uygulamış ve beldedeki çömlekçiliğin gelişmesine önemli katkılar sunmuştur. Ancak, hala Akçaova Çömlekçiliğinin yeterince ilgi görmediğini ve bu nedenle 15-20 yıl sonra belde çömlekçiliğinin yok olmayla yüz yüze gelebileceği endişesini dile getirmektedir. Ercan usta, çömlekçiliğin kazançlı bir iş olduğunu söylemektedir ve buna örnek olarak da kendi çömlekçi atölyesinin ve yaşadığı evinin gelişimini örnek göstermektedir (Görsel 10).

(a) **(b)**

Görsel 10. (a) Ercan Usta'nın Evi ve Atölyesi, Mart-2010, **(b)** Ercan Usta'nın Evi ve Atölyesi, Haziran-2017 (Fotoğraf: Filiz Öztürk, 2010-2017)

(a) **(b)** **(c)**

Görsel 11. (a) Kamil Cesur, **(b)** Murat Cesur, **(c)** Ferhat Cesur, Haziran 2017 (Fotoğraf: Murat Cesur, 2017)

Babaları Ercan Cesur tarafından yetiştirilen Murat Cesur ve Kamil Cesur yılın 12 ayı çömlek üretimi yapmaktadırlar. Yine Ercan Usta tarafından yetiştirilen Ferhat Cesur aktif çömlek üretimine devam etmektedir.

Beldedeki diğer çömlek ustaları ve üretim durumları ise şöyledir:

Mevlüt Uyguç: 1959 Akçaova doğumlu ve lise mezunudur. Çömlek üretimini babasından öğrenmiştir. Atölyesinde 6 ay çömlek üretimi yapmaktadır ve çırağı bulunmamaktadır.

Yılmaz Menteş: 1973 Akçaova doğumludur ve mesleği babasından öğrendiğini belirtmiştir. Atölyesinde 6 ay üretim yapmaktadır ve çırağı bulunmamaktadır.

Ersin Taştan: 1990 Akçaova doğumludur ve mesleği babasından öğrendiğini belirtmiştir. Atölyesinde yılın 12 ayı üretim yapmaktadır ve çırağı bulunmamaktadır.

Meral Özkar: 1973 Akçaova doğumludur. Avrupa Birliği destekli Çömlekçi Eğitim Merkezi Projesinde kazanılan iki kadın ustadan birisidir. Şu anda çırağı bulunmamaktadır ve oğlunun bu mesleği tercih etmediğini belirtmektedir.

Belma Desti: 1969 Akçaova doğumludur. Avrupa Birliği destekli Çömlekçi Eğitim Merkezi Projesinde kazanılan iki kadın ustadan ikincisidir. Meral Özkar ile birlikte Çömlekçi Eğitim Merkezi olarak kurulan atölyede yılın 12 ayı çömlek üretimi yapmaktadır.

(a) **(b)**

Görsel 12. (a-b) Meral Özkar ve Ürettiği Çömlekler
(Fotoğraf: Filiz Öztürk, 2017)

5. SONUÇ

Sürdürülebilirlik açısından düşünüldüğünde, Avrupa Birliği destekli Yeni Fırsatlar Hibe Projesi'nin olumlu taraflarından en önemlisinin, üretim tekniklerinde gerçekleşen yenilikler olduğu görülmektedir. Ayak çarkı yerine, elektrikli çarkın gelmesi üretim aşamasında zamandan tasarruf edilmesini sağlamıştır. Çamur çöktürme havuzlarının yapılması ile önceden zahmetli ve verimsiz olan tokmakla çamur dövme işlemine son verilmiştir. Yörede çamur alıştırma olarak adlandırılan çamur yoğurma işleminin vakum-presle yapılması daha kaliteli çamur elde edilmesine sebep olmuştur. Bu proje kapsamında alınan elektrikli fırın ise ürün alma kapasitesinin az olması nedeni ile tercih edilmemektedir. Bu nedenle çömlek pişirimi odunlu fırınlarda gerçekleştirilmektedir. Akçaova çömlekçi çamurunun hızlı kuruma ve fırınlanabilme kolaylığına sahip olması da önemli özellikler arasındadır. Şekillendirilen çamur yaz aylarında 2 gün, kış aylarında ise 3-4 gün sonra pişirilebilmektedir. Ayrıca ateşe dayanıklı olması nedeniyle şekillendirme, kurutma ve pişirme aşamalarında çok az fire verilmektedir.

Sürdürülebilirlik için yapılan girişimlerde, kültürel, ekolojik ve sosyolojik yönlerden, özellikle de ekonomik açıdan yaşanan kayıpların telafi edilmesi ve geri döndürülmesi hedeflenmektedir. Akçaova Çömlekçiliği bu açılardan sürdürülebilirlik çalışmaları için uygun fırsat ve kaynaklara sahiptir. En önemlisi de Akçaova'da üretilen çömleklerin pazar bulamaması gibi bir sorun söz konusu değildir. Asıl sorun yurtiçi ve yurtdışından gelen yoğun taleplerin karşılanmasında sıkıntı çekilmesidir. Bu sıkıntıya sebep olarak da belde çömlek ustalarının sayısının azlığı ve çırak yetişmemesi gösterilmektedir. Dört yüz yıllık çömlek üretim geçmişi olduğu bilinen Akçaova'da son 12 yılda sadece 5 ustanın yetişmesi belde çömlekçiliğinin sürdürülebilirliği açısından olumlu gibi görünse de uzun vadede endişe vericidir. Sorunun tanımlanmış olması, belde için yapılacak sürdürülebilirlik hedefli yeni çalışmalarda daha hızlı ve kolay sonuçlara ulaşılmasına olanak sağlayacaktır. Araştırmaya konu olan Çömlekçilik Eğitim Merkezi Projesinin sosyo-ekonomik açıdan başarısı, yeni sürdürülebilir hedefli projelere olumlu bir örnek niteliğindedir.

KAYNAKÇA

[1] Cesur, E., *Akçaova Çömlekçiliği Üzerine Özel Bir Röportaj,* 26.06.2017.
[2] Özkar, M., *Akçaova Çömlekçiliği Üzerine Özel Bir Röportaj,* 26.06.2017.
[3] Çalışıcı Pala, İ., *Ege Bölgesi'nde Geleneksel Çömlekçiliğin Bugünkü Durumu.* Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Geleneksel Türk Sanatları Bölümü, İzmir, 2003
[4] Çalışıcı Pala, İ.,*"Ege Bölgesi'nde Geleneksel Çömlekçilikte Kullanılan Pişirim Teknikleri"*, 6. Uluslararası Katılımlı Seramik Kongresi Bildiri Kitabı Sakarya: Türk Seramik Derneği, ss.580-585., 2006
[5] Güner, G., *Anadoluda Yaşamakta Olan İlkel Çömlekçilik.* Akbank, 1988
[6] Öney, D., *Günümüzde Anadolu'da Kadınlar Tarafından Yapılan Çömlekçilik,* Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Seramik ve Cam Tasarımı Anasanat Dalı, Sanatta Yeterlik Tezi, İzmir, 2015
[7] Öztürk F., *"Geleneksel Türk Mimarisinde Pişmiş Toprağın Kullanımı, Gökeyüp, Akçaova, Karacasu Çömlekçi Çamuru Kullanılarak Yeni Tasarımların Oluşturulması"*, Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Geleneksel Türk Sanatları Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 2011

İNTERNET KAYNAKLARI

URL-1 : http://www.haritatr.com/akcaova-haritasi-e24d
(Erişim Tarihi 28.06.2017)
URL-2: http://www.cine.bel.tr/1-Cine-Tarihcesi-BelediyeYaziDetayi.aspx
(Erişim Tarihi 03.07.2017)
URL-3: https://www.youtube.com/watch?v=uU2o3wK5-ug Gece-Gündüz Aydın, Çine
(Erişim Tarihi 03.07.2017)
URL-4: https://www.youtube.com/watch?v=ftj1siV71F4 Akçaova Çömlekçilik
(Erişim Tarihi 03.07.2017)

APPLICATION OF ELECTROFORMING AS AN ALTERNATIVE DECORATING TECHNIQUE ON TO THE ARTISTIC CERAMICS

Göktuğ GÜNKAYA[1], Amaneh MANAFIDIZAJI[2]

[1] Anadolu University, Faculty of Fine Arts, Department of Glass, Eskişehir/ TURKEY

[2]Anadolu University, Graduate School of Fine Arts, Department of Ceramic Arts, Eskişehir/ TURKEY

ABSTRACT

Electroforming is a method of forming a layer of metal by electrolysis on the surface of a conductive materials or metalized insulator materials. Electroforming was scientifically discovered in 1810 by Professor Moritz von Jacobi and has been used since 1834 as a coating technique on metal. The main purpose of the coating is changing the properties of the surface in order to increase its resistance against oxidation and chemicals effect and also maximize surface durability against scratch and mechanical force. Beside the mentioned factors creating esthetic appearance is one of the most important aims in the coating. The works in this area are not limited to technical applications, artistic use possibilities have been put forward as well. Nowadays, the surfaces of metallized insulating materials such as artistic glasses and ceramics can be coated with precious metals like gold, silver and copper. In these applications, the characteristic of the conductive material affects the surface morphology (texture), coating color and quality. Famous artists by application various conductive materials and principles have created valuable works on glass in various sizes, but are rarely used on ceramic art works. In these study, artistic ceramic works were made conductive by graphite and special products were obtained by electroforming copper on the artistic ceramics.

Key Words: Ceramic, Electroforming, Coating, Copper coating, Artistic coating.

1. INTRODUCTION

Nowadays a number of surface coating techniques like PVD, CVD, plasma and etc have been used for different industrial, engineering and artistic applications [1]. Among the various coating systems, noble metals electroforming provides additional advantage for artistic aims. Electroforming technique (also calledelectrocoating or electroplating)is a method of covering a generally conductive substrate with a thin layer of a metal, in which positively charged metal particles (ions) are transferred electrically through a solution and deposit onto an object that has been given a negative charge [2, 3]. Electroforming is usually carried out in a two electrode cell, as schematically shown in (Fig 1). According to the most electroforming references [2, 4, 5], electroplating and electroforming are similar coating techniques but in ASTM B-8 standard some differences between these techniques has been explained [6-8].

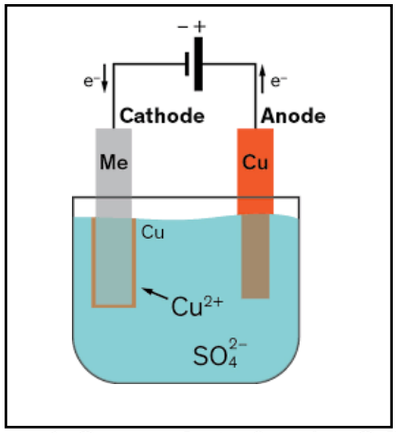


Figure 1. Copper electroforming Cell [9]

The great virtue of electroforming technique in compare with other coating methods is its usage for producing the most complex shapes and surfaces over a wide range of size and virtually impossible to coat with other deposition methods [2]. Electroforming technique has been used by some glass and ceramic artists to create metallic sculpture in a cheaper way by investment in equipment, time and effort as well (Fig. 2) [10]. On the other hand, some others apply it as a decorating technique to create bright, patinated or antique appearance on the art works surfaces [11-13].

Figure 2. The masks above are examples of electroforming with mandrels made from candle wax [14].

2. ELECTROFORMING MATERIALS AND PROCEDURE

2.1 Equipment and Chemicals

Electroforming of different metals require various chemicals and procedure but in general most of the devices are same. The basic but essential concept involved in electroforming (copper electroforming) are power source or rectifier supplies, clamp and lead set, floating thermometer, copper wire and plate, pyrex or plastic beaker, paper filter, electroconductive material like paint or graphite for metallizing ceramic or glass surface, electroforming solution, laboratory supplies [2, 15, 16]. Figure 3 shows these supplies and materials for copper electroforming.

Figure 3. Copper Electroforming Kit [17].

Electroforming solution may have different compositions for different metals and many of these systems are commercially available. The most common used (also used solution in this study) compositions are acid based solutions contain copper (II) sulfate ($CuSO_4$), sulfuric acid (H_2SO_4), chloride (Cl^- ions) and deionized water [5, 15, 18, 19]. Additional to these essential chemicals, in order to avoid porosity and provide a brighter coating, some additives as an activator and brightener can be used in the solution. These additional materials can be used for further purposes such as changing the nucleation on the cathode surface during the coating process, accelerating charge transfer or increasing the coating speed. [18].

As mentioned, ceramic and glass are generally electrically non-conducting, so this kind of surfaces must be coated with an electrically conductive layer. There are various methods and materials like conductive paint and pasta or by making chemically conductıve but in the present paper powder graphite has been used as the conductive material [7, 16, 20]. In this

study graphite (mixture of graphite powder and sufficient quantity of lacquer and lacquer thinner) was applied to metalize the ceramic surface and for creating texture as well.

2.2 Electroforming Procedure

According to the desired results, applied materials may differ artist to artist but broadly similar procedure is followed and this is done in the following order:

Preparing ground: Since the ceramic is a porous material, it absorbs the acidic solution. Thus causing the deterioration of ceramic surface and loss of solution's property. It is the most appropriate measure to cover the uncoated parts with glaze or varnish and then slapping the conductive paint onto the desired parts.

Electroforming: Electroforming can be performed after preparing the ceramic surface, electroforming solution and other devices.,. In order to start the coating, it is necessary to immerse anode (copper sheet) and cathode (ceramic object) into the solution. During the electroforming process positive charge was conducted to the copper sheet and negative charge was conducted to the ceramic object. In order to create a nice smooth and shine copper surface it was recommended that coating should be done at a slow rate. By changing the amount of current intensity or voltage, creating a desired texture or color was possible. These factors were also investigated in this study. According to the size of objects and desired thicknesses a smooth and bright coating process could take 10 hours or more.

Finishing: After achieving intended texture and thickness, object should be removed from electroforming bath, rinsed in the cold and hot water. Holding coated piece in the baking soda solution after finishing electroforming is a good idea to neutralize the processed piece[11]. Electroformed surface could be polished to make a brighter or a patinated surface to have an old piece appearance. Additionally, if desired it was possible proceeding to electroforming by using other metals like gold, silver etc. [13, 16].

3. EXPERIMENTAL

The purpose of this study is creating original artistic ceramic works with metal coated decorating by using the common ground of art and science. The process for coating the artistic ceramic surface is as follows:

Firstly, a test was done on the fired bisque piece to make sure that electroforming could be done on the ceramic. The surface of the piece was made conductive by a graphite paste and then it was dried andleft for coating in the prepared solution. In order to prevent absorbed copper sulfate salt from gathering in the surface it was kept in the water during uncoated time (Fig. 4). As seen in the Fig.4., copper sulfate salts is adsorbed on the ceramic surface outside the water, and if these salts accumulate in the graphited parts, it reduces the surface conductivity and prevents coating.

Figure 4. Half coated and coated ceramic piece. (Photo by: Khorram Manafidizaji)

In order to optimize coating factors, some systematic experiments were realized. Trials were conducted with 3 cm × 3 cm × 3 mm bisque fired at 1000 ° C ceramic pieces. Various commercial conductive material has been experimented. Metalizing of the ceramics surface has been realized by applying mixture of graphite powder, lacquer and lacquer thinner (Fig. 5). The advantage of using graphite was sufficient conductivity, having ability to create a textured, rough and flat surface as well. After preparing the surface (ground) with desired texture, electroforming process has been done by changing current, voltage and time (30- 90 minutes) to find optimum parameters for reaching unique texture and effects. Copper has been chosen as coating metal, due to its easily obtainability from the market and for being low cost coating metal for electroforming.

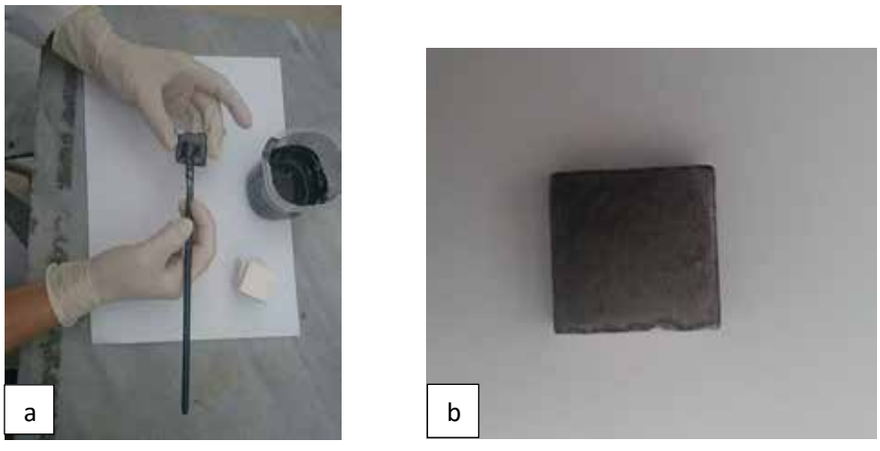


Figure 5. a) Metallizing Bisque Fired Ceramic Piece with Graphite Pasta. b) Graphited Piece. (Photo by: Khorram Manafidizaji)

For all of the tests, the composition of solution, used copper metal, distance between anode and cathode and the method for controlling process were constant and were performed at the room temperature. When the coating was completed, coated ceramic piece rinsed with tap water and dried with compressor. By changing voltage, current, and time different textured surfaces were obtained. The first part of the experiment was realized by changing the voltage in certain time intervals and the results were as fallow:

The first tests were performed in low voltage and for 30, 60 and 90 minutes. Results were shown in (Fig. 6). In the first experiments in low voltage for 90 minutes (T=90) was insufficient for coating the entire surface and some uncoated parts were observed. Also the coated part was not homogenous and bright.

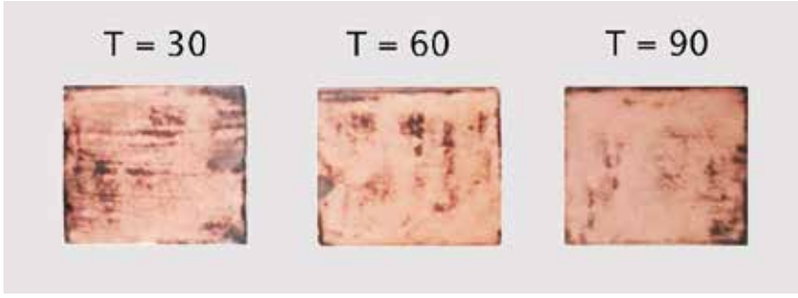


Figure 6. Obtained surfaces at low voltage by electroforming (T = Time (minute)).

In the results of tests at mid voltage and at the same time intervals, there were some changes in comparison with samples in first experiments. In T=30 minutes the surface was half coated also in the coated parts the graphite color was discerned. For T=60 minutes approximately whole surface was coated and had a salmon color. But the surface was not homogeneously coated and some uncoated spots were appeared in the surface. The piece which held in solution about 90 minutes had a relatively deep color and thicker copper layer was obtained (Fig.7).

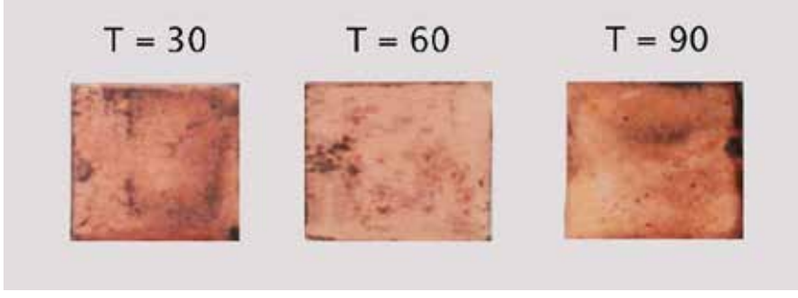


Figure 7. Obtained surfaces at mid voltage by electroforming (T = Time (minute)).

The third trial was performed at high voltage. The coated surfaces in this group of experiments due to being brighter and thicker were somewhat acceptable in comparison with electroformed samples in low and mid voltage. In 30 minutes except for some parts the entire surface was covered but it still looks dark in color. At the end of 60 minutes coating in the high voltage even the second layer began depositing and it is evident from the color variation on the surface (Fig. 8). In this series of experiments for 90 minutes second layer of deposition became thicker so brighter and deep color was obtained (Fig. 8). Experiments have not been continued with higher voltage due to the formation of layers on the surface and increasing roughness and preventing coating homogeneity.

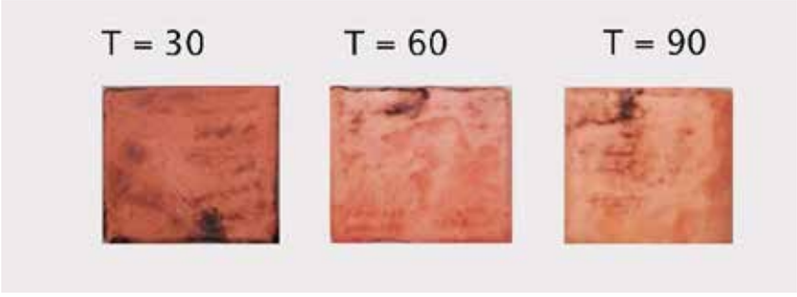


Figure 8. Obtained surfaces at high voltage by electroforming (T = Time (minute)).

As a result of the experiments at constant voltage, for 9 cm^2 of ceramic surface to achieve smooth and bright substrate the most appropriate voltage was high voltage and 90 minutes, also to obtain darker but thin surface low voltage and 90 minutes may be suitable.

The second groups of experiments were performed with amperage changes and same time intervals, albeit much different surfaces were coated.

At low intensity current and 30 minutes coated surface was İnhomogeneous but bright, in the 60 minutes the surface was completely covered, but it was not as bright and homogeneous as 90 minutes (Fig. 9).

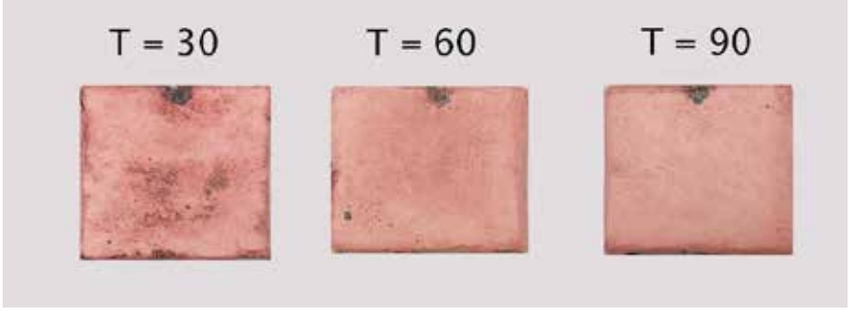


Figure 9. Obtained Surfaces at Low Intensity Current Electroforming Result (T = Time (minutes)).

30 minutes of mid intensity current was entirely coated but pale in color and by passing time the color became deeper and brighter from the middle and texture became more porous from the edges (Fig.10).

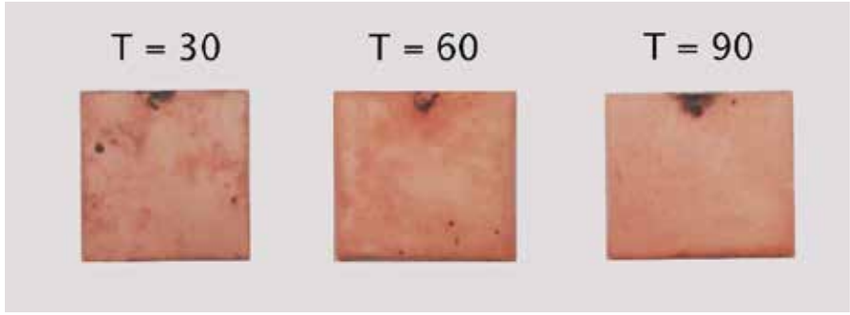


Figure 10. Obtained surfaces at mid intensity current by electroforming (T = Time (minute)).

The third experiment was carried out at high intensity current as like as other group. Since the first 30 minutes the surface started to become porous, in 60 minutes of coating porosity was increased and color changed to a brownish color but in 90 minutes the surface was a quite thick layer and smooth at the center, but the porous size enlarged in the edges (Fig. 11).

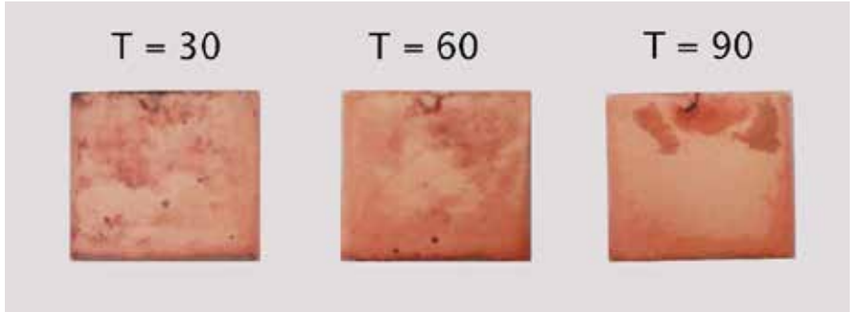


Figure 11 Obtained surfaces at high intensity current by electroforming (T = Time (minute)).

As a result of the experiments carried out in constant current, there was not a lot difference between low and mid intensity current for electroforming with copper for 9 cm^2 ceramic surface. But the most homogeneous, bright and smooth surface was obtained in mid intensity current for 90 minutes and this amount were evaluated as the most suitable amount of current for creating ceramic art works. These values even make it possible to achieve better

coverage than results obtained by applying a constant voltage. For this reason, artistic works were carried out by applying a mid intensity current and coating for 90 minutes.

After finishing electroforming, the environmental condition quickly affects the coated metal and cause weathering or oxidizing and as a result, changes the surface color and texture. Consequently, according to desired color and texture onto the surface it can be polished and coated with transparent lacquer or left in normal conditions. Fig. 12 indicate some changes in the surface after electroforming.

Figure 12. Color change at the surface after electroforming.

By employing acquired results of these trials,researches attempted to create some artistic work with different color and texture by changing mentioned items.

"Captivity" titled art work was shaped in the mold with casting clay. The bisque fired and glazed ceramic object was made conductive with graphite paste. After drying graphited part electroforming in the mid intensity current has been realized (Fig. 13 and 14).

Figure 13. "CAPTIVITY" some details of copper coated ceramic art work by electroforming method. Amaneh Manafidizaji 2016 (Photo by: Khorram Manafidizaji)

Figure 14. CAPTIVITY, behind and front view of copper coated ceramic artwork with electroplating method shaped by casting method. Amaneh Manafidizaji 2016 (Photo by: Khorram Manafidizaji)

4. CONCLUSION

Electroforming method is coating conductive surfaces with different metals, and in recent years this method is rarely used t by ceramic artists to create different art work by combination of ceramic and metal.

For this purpose, firstly glazed ceramic surface should be metalized. Then, as a result of coating experiments made by applying voltage, it was determined that the optimum coating was obtained at high voltage for 90 minutes. As a result of coating experiments made by applying constant current, it has been found that the optimum coating was obtained in the mid current and 90 minutes electroforming. As a result of constant voltage, high voltages were applied to create rough surfaces. It was determined that after 90 minutes at high current, the surface homogeneity was lost and the pores formed. The pores begin to form after 30 minutes of coating at high current and increased by time. It has been determined that, it is possible to obtain the desired surface by applying electroforming technique. By coating with different parameters, the artist can successfully create the attends effect on the ceramic surface.

Created surfaces are mostly copper metal color and they can be patinated if old effects are desired. To fix the brightness of the surface after the electroforming process, polishing can be applied. Also to prevent the oxidation of copper electroformed surface and to keep it is a good idea at the same color with transparent varnish. Otherwise, change the surface color over time Can be left on normal conditions without application.

According to the processes performed after coating, the coating property may change in the control of the artist, so that the flexibility and efficiency of electroforming in the art once again appears.

References

1. Majumdar, A. and S. Jana, *Glass and glass-ceramic coatings, versatile materials for industrial and engineering applications.* Bulletin of Materials Science, 2001. **24**(1): p. 69-77.
2. Kanani, N., *Electroplating: basic principles, processes and practice*. 2004: Elsevier.
3. Caswell, *Electroplating 101 Metal Anodizing Plating*.
4. Durney, L.J., *Electroplating Engineering Handbook—Fourth Edition, edited by and published by Van Nostrand Reinhold Company.* New York, 1984.
5. Sole, M.J., *Electroforming: methods, materials, and merchandise.* JOM Journal of the Minerals, Metals and Materials Society, 1994. **46**(6): p. 29-35.
6. Lowenheim, F., *Guide to the Selection and Use of Electroplated and Related Finishes*. 1982: ASTM International.
7. Günkaya, G. and A. Manafidizaji, *The Application of Electroforming on the Artistic Glass Work.* III. International, Ceramic, Glasses, Porelain, Enamle, Glaze and Pigment Congress, 2014.
8. Gorodetsky, M. and A. Singerman, *Electroforming: An improvised experiment on electroplating.* J. Chem. Educ, 1980. **57**(7): p. 514.
9 http://blog.dowelectronicmaterials.com/~/media/blogelectronicmaterialscom/posts copper-electroplating-fundamentals/figure1.ashx?la=en. (Acssec date 28/06/2016)

10. Miller, P.F., *Making Sculpture by Means of Copper-Electroforming.* Leonardo, 1979. **12**(2): p. 129-131.
11.Fowle Meleney , K., *Small scale electroforming for the studio artist*. 2009.
12. La-Niece, S., *Metal plating and patination: cultural, technical and historical developments*. 2013: Elsevier.
13. Fowle Meleney, K. *Electroforming on beads*.
14. https://donbraisby.files.wordpress.com/2015/02/examples.jpg. (Acssec date 28/06/2016)
15. Bray, C., *Dictionary of glass: materials and techniques*. 2001: University of Pennsylvania Press.
16. Untracht, O., *Metal techniques for craftsmen: a basic manual for craftsmen on the methods of form ing and decorating metals*. 1968: Doubleday Company.
17. https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/a1/b0/64/a1b0643d7e898957834f33092b814d5a.jpg. (Acssec date 28/06/2016)
18. Dini, J.W., *Electrodeposition*. 1993: Noyes Publications.
19. Mohanty, U.S., *Electrodeposition: Properties, Processes and Applications*. 2012, Hauppauge, UNITED STATES: Nova Science Publishers, Inc.
20. Manafidizaji, A., *Artistik cam uygulamalarında elektrokaplamanın kullanımı*. 2015, Eskişehir, Anadolu Üniversitesi. p. 84.

SANATSAL SERAMİK ÜZERİNE ALTERNATİF DEKOR YÖNTEMİ OLARAK ELEKTROKAPLAMANIN UYGULANMASI

Göktuğ GÜNKAYA[1], Amaneh MANAFIDIZAJI[2]

[1]Anadolu Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Cam Bölümü, Eskişehir/ TÜRKİYE

[2]Anadolu Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Seramik Anasanat Dalı, Eskişehir/TÜRKİYE

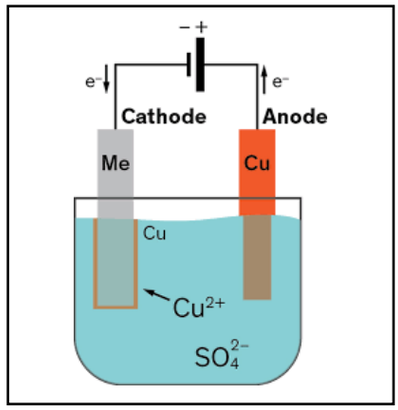
ÖZET

Elektrokaplama bir metal eşya üzerine ya da iletken hale getirilmiş yalıtkan malzeme yüzeyine elektroliz yöntemi ile başka bir metal tabakası oluşturma yöntemidir. Elektrokaplama bilimsel olarak 1810 yılında Profesör Moritz von Jacobi tarafından keşfedildi ve metal üzerine kaplama tekniği olarak 1834'ten beri kullanılmaktadır. Kaplamanın temel amacı, yüzeyin özelliklerini değiştirerek malzemeye çizilme ve darbelere karşı dayanaklılık, oksitlenme ve kimyasallara karşı direncini artırmak ve estetik görüntü kazandırmaktır. Bu alandaki çalışmalar, teknik uygulamalar ile sınırlı kalmayıp, sanatsal olarak da kullanım imkânları ortaya konulmuştur. Günümüzde iletken ve yalıtkan malzemelerin yüzeyleri, özellikle cam ve seramik gibi sanatsal malzemeler, farklı yöntemlerle iletken hale getirilerek yüzeyi altın, gümüş ve bakır gibi değerli metaller ile kaplanabilmektedir. Yapılan bu uygulamalarda, iletken pastanın özelliği, yüzey morfolojisi (dokusu) kaplama rengine etki etmektedir. Bir çok ülkede elektrokaplama yöntemi ile öncü sanatçılar çeşitli iletken malzemeler uygulayarak cam üzerinde değişik boyutlarda sanatsal ürün olarak değerli eserler yapmışlardır. Ancak bu teknik cam malzeme üzerinde yaygın hale gelmiştir ve seramik bünyelerde çok nadir kullanılmaktadır. Bu çalışmada, sanatsal seramik eserler grafit ile iletken hale getirilip ardından bakır kaplanarak özel ürünler elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Seramik, Elektrokaplama, Kaplama, Bakır kaplama, Sanatsal kaplama.

1. GİRİŞ

Günümüzde, endüstri, mühendislik ve sanat alanlarında farklı uygulamalar için PVD, CVD, plazma vb. gibi bir çok yüzey kaplama tekniği kullanmaktadır [1]. Çeşitli kaplama sistemleri arasında, elektrokaplama yöntemi ile değerli metallerden oluşan kaplamalar sanatsal amaçlar için ilave avantaj sağlar. Elektrokaplama (electroforming ve electroplating) olarak adlandırılan teknik "genellikle iletken bir malzemenin yüzeyini ince bir metal tabaka kaplama yöntemi olarak tanımlanmaktadır. Bu yöntem pozitif yüklenmiş metal parçacıklarını (iyonları), bir çözelti içerisinde ve elektrik akımı altında negatif yükü verilmiş nesne üzerine kaplanması işlemidir**"** [2, 3]. Görsel 1'deki gibi elektrokaplama genellikle iki elektrotlu sistem ile gerçekleştirilir. Çoğu referanslara göre [2, 4, 5] elektrokaplama olarak bilinen electroforming ve electroplating yüzey kaplamak için benzer yöntemlerdir ancak ASTM B-8 standardında iki yöntem arasındaki bazı farklılıklar açıklanmıştır [6-8].



Görsel 1. Bakır Elektrokaplama Sistemi [9]

Elektrokaplama yöntemi ile diğer kaplama teknikleri kıyaslandığında en büyük avantaj, diğer kaplama yöntemleriyle kaplanması mümkün olmayan kompleks şekillerin ve büyük alanların kaplanması için uygun olmasıdır[2]. Ayrıca elektrokaplama tekniği bazı cam ve seramik sanatçıları tarafından daha az ekipman, zaman ve emek harcayarak metalik heykel yaratmak için kullanılabilmektedir (Görsel 2) [10]. Bazıları ise bu tekniği sanat eserlerinin yüzeylerinde parlak, patinalı veya antika görünüm oluşturmak için dekorasyon tekniği olarak tercih etmektedir [11-13].

Görsel 2. Mumdan üretilen mandreller üzerine yapılan elektrokaplama örnekleri [14] .

2. ELEKTROKAPLAMA MALZEME VE AŞAMALARI

2.1 Malzeme ve Kimyasallar

Farklı metallerin elektrokaplaması çeşitli kimyasallar ve deneysel süreç gerektirir ancak genel olarak cihazların çoğu aynıdır. Elektrokaplama (bakır elektrokaplama) için temel ancak çok önemli ekipmanlar şunlardır: Güç kaynağı ve aksesuarları, kıskaç ve kablo seti, termometre, bakır tel ve plaka, Pyrex veya plastik beher, kağıt filtre, boya veya grafit gibi elektriksel olarak iletken malzeme, elektrokaplama solüsyonu ve laboratuvar malzemeleri [2, 15, 16]. Görsel 3, bakır elektrokaplama için gerekebilecek malzemeler ve cihazları göstermektedir.

Görsel 3. Bakır elekrokaplama malzemeleri [17].

Elektrokaplama yönteminde kullanılan solüsyonlar, farklı metaller için farklı bileşimler içerebilir ve bu sistemlerin birçoğu ticari olarak mevcuttur. En basit ve en yaygın kullanılan bakır ile elektrokaplama için asit baz solüsyonu (aynı zamanda bu çalışmada kullanılan solüsyon), bakır (II) sülfat ($CuSO_4$), sülfürik asit (H_2SO_4), klorür (Cl-iyonlar) ve distile sudan oluşmaktadır [5, 15, 18, 19]. Bu önemli kimyasallara ek olarak, yüzey pürüzlülüğünü önlemek ve daha parlak bir kaplama sağlamak için, aktive edici ve parlatıcı olarak bazı katkı maddeleride solüsyona eklenir. Bu ek malzemeler kaplama işlemi sırasında katot yüzeyinde çekirdeklenmenin değiştirilmesi, yük transferinin hızlandırılması veya kaplama hızının arttırılması gibi amaçlar için kullanılabilmektedir [18].

Belirtildiği gibi, seramik ve cam genellikle elektriksel olarak iletken değildir, bu nedenle bu tür yüzeyler elektriksel olarak iletken bir tabaka ile kaplanmalıdır. Bu amaçla iletken boya ile, iletken pasta ile veya kimyasal olarak iletken hale getirme gibi çeşitli yöntem ve malzemeler vardır

[7, 16, 20]. Bu çalışmada seramik yüzeyin metalize edilmesi ve doku oluşturulması için toz grafit (grafit tozu ve yeterli miktarda vernik ve vernik inceltici karışımı) uygulanmıştır.

2.2 Elektrokaplama Aşaması

İstenilen etkilere göre, sanatçılar tarafından uygulanan materyaller farklı olabilir ancak genel olarak benzer bir süreç takip edilmektedir ve bu aşağıdaki sıra ile gerçekleştirilmektedir:

Zemin hazırlama: Seramik gözenekli bir malzemedir, asidik solüsyonu emer, böylece seramik yüzeyin bozulmasına ve çözeltinin özelliğinin değişmesine neden olur. Sırlanmamış seramik parçaların kaplanmayacak yüzeylerinin sır veya vernik ile pürüzsüz hale getirilmesi ve daha sonra iletken boyanın kaplanacak kısımlara aktarılması yüzeyin bozulmasını engelleyecek en uygun yöntemdir.

Elektrokaplama: Seramik yüzey, elektrokaplama solüsyonu ve diğer malzemeler, hazırlandıktan sonra elektrokaplama aşamasına geçilebilir. Kaplamaya başlamak için, anodun (bakır tabakası) ve katodun (seramik obje) solüsyona daldırılması gerekir. Kaplama işlemi sırasında güç kaynağının pozitif elektrodu bakır tabakasına ve negatif elektrodu seramik objeye temas ettirilmiştir. Pürüzsüz ve parlak bir bakır yüzeyi oluşturmak için kaplamanın yavaş bir hızda yapılması önerilir. Akım veya voltaj şiddeti değiştirilerek, arzu edilen bir doku veya renk yaratmak mümkün olmaktadır. Bu çalışmada da bu faktörler incelenmiştir. Kaplanan objenin boyutuna ve istenilen kaplama kalınlığına göre pürüzsüz ve parlak kaplama eldesi işlem 10 saat veya daha fazla sürebilmektedir.

Bitirme işlemi: Amaçlanan doku ve kalınlığa ulaşıldıktan sonra, obje elektrokaplama banyosundan çıkarılır ve soğuk ve sıcak suda yıkanır. Kaplanmış objenin nötrolize işlemi için, elektrokaplama işlemini tamamladıktan sonra, kabartma tozu içeren solüsyonda tutulmaktadır[11]. Kaplanmış yüzeyi daha parlak hale getirmek için cilalanır veya eski bir görünüme sahip olması için patina yapılabilmektedir. Ayrıca, eğer istenirse, altın, gümüş gibi diğer metaller kullanılarak elektrokaplama devam ettirilebilmektedir [13, 16].

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

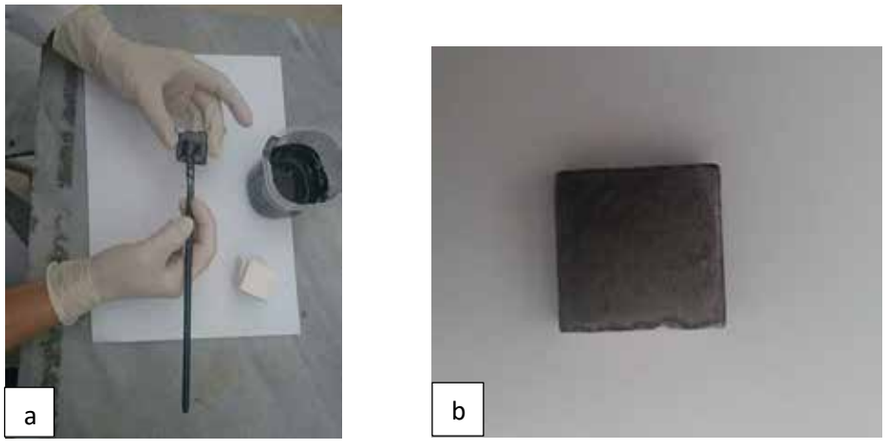
Belirtildiği gibi çalışmanın amacı, sanatın ve bilimin ortak zeminini kullanarak metal kaplamalı, dekorasyonlu, özgün sanatsal seramik eserler yaratmaktır. Sanatsal seramik yüzeyin kaplanması için izlenen süreç aşağıdaki gibidir:

İlk önce, seramik üzerine elektrokaplama yapılabileceğinden emin olmak için bisküvi pişirilmiş parça üzerinde bir test yapılmıştır. Parça yüzeyi bir grafit karışımı ile iletken hale getirilmiş, kurutulmuş ve hazırlanan solüsyon içinde kaplanmaya bırakılmıştır. Emilen bakır sülfat tuzunun yüzeyde toplanmasını önlemek için, kaplama yapılmadığı zamanlarda seramik obje suda tutulmuştur (Görsel 4). Fotoğrafta görüldüğü gibi, bakır sülfat tuzları su dışındaki seramik yüzey

üzerine çıkmaktadır ve eğer bu tuzlar grafitli kısımlarda birikirse yüzey iletkenliğini azaltıp ve kaplamayı önlemektedir.

Görsel 4. Yarı kaplanmış ve kaplama işlemi tamamlanmış seramik plaka, (fotoğraf: Khorram Manafidizaji)

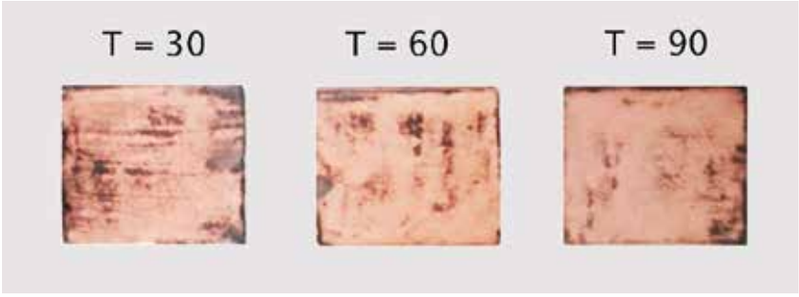
Kaplama değişkenlerini optimize etmek için bazı sistematik deneyler gerçekleştirilmiştir. Denemeler, boyutları 3 cm x 3 cm x 3 mm olan seramiklerin 1000°C'de bisküvi pişiriminin yapılmasının ardından elde edilen seramik parçalar altlık olarak kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çeşitli ticari iletken malzemeler denenmiştir. Seramik yüzeyinin iletken hale getirilmesi, grafit toz, vernik ve vernik inceltici karışımının uygulanmasıyla gerçekleştirilmiştir(Görsel 5). Grafit kullanmanın avantajı, grafitin yeterli düzeyde iletkenliği, dokulu, pürüzlü ve düz bir yüzey oluşturma imkanı sunmasıdır. Seramik yüzeyi (zemin) istenilen doku elde edilecek şekilde grafit ile hazırlandıktan sonra, benzersiz doku ve efektlere ulaşmak amacıyla optimum kaplama parametrelerini bulmak için akım, voltaj ve zamanı (30-90 dakika) değiştirerek elektrokaplama işlemi yapılmıştır. Bakır metali piyasadan kolaylıkla elde edilebilirliği ve düşük maliyetli olması nedeniyle kaplama metali olarak seçilmiştir.



Görsel 5. a) Grafit pastayla seramik plakanın iletken hale getirilmesi işlemi b) Grafitlenmiş plaka (fotoğraf: Khorram Manafidizaji)

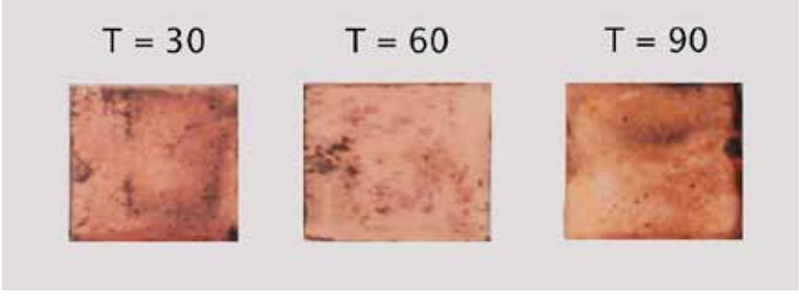
Tüm testler için solüsyonun bileşimi, kullanılan bakır metal, anot ile katot arasındaki mesafe gibi süreç parametreleri sabit tutulmuştur ve denemeler oda sıcaklığında yapılmıştır. Kaplama tamamlandığında, kaplanmış seramik obje suyu ile durulanmış ve kompresör ile kurutulmuştur. Voltaj, akım ve zamanı değiştirerek farklı dokulu yüzeyler elde edilmiştir. Denemelerin ilk kısmı, belirli zaman aralıklarında voltajı değiştirerek gerçekleştirilmiştir ve aşağıda belirtilen sonuçlar elde edilmiştir:

İlk denemeler düşük voltajda ve 30, 60 ve 90 dakika boyunca gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar görsel 6'da görülmektedir. Düşük voltajdaki ilk denemelerde T = 90 dakika gibi uzun sürede kaplamalar bile tüm yüzeyin kaplanması için yeterli olmamıştır ve bazı kaplanmamış kısımlar görülmektedir. Ayrıca kaplanmış kısım istenilen homojenlikte ve parlaklıkta değildir.



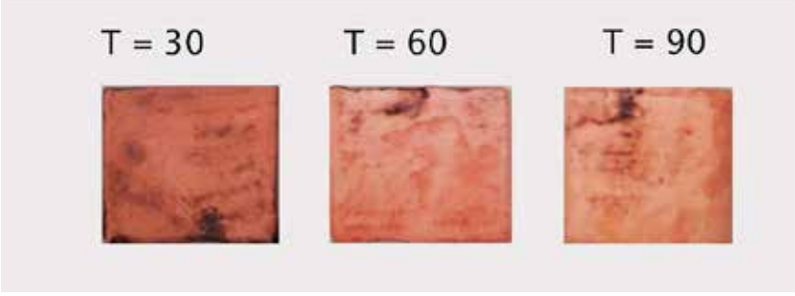
Görsel 6. Düşük voltajda elektrokaplama sonucu elde edilen yüzeyler (T= Zaman(dakika)).

Orta voltajda ve aynı zaman aralıklarında testlerin sonuçlarında; ilk denemelerdeki numunelerle karşılaştırıldığında bazı değişiklikler gözlemlenmektedir. 30 dakikada orta voltajda elektrokaplama sonucunda yüzey yarı kaplanmıştır ve kaplanmış kısımlarda grafitin rengi açığa çıkmıştır. 60 dakika boyunca yapılan kaplamada yaklaşık olarak yüzeyin tamamı kaplanmış ve somon rengi yüzey oluşmuştur, ancak yüzey homojen olarak kaplanmamış ve bazı lekelenme belirtileri görülmektedir. 90 dakika elektrokaplama sonrasında objenin nispeten koyu renkli ve daha kalın tabaka şeklinde kaplanması gerçekleştirilmiştir (Görsel 7).



Görsel 7. Orta voltajda elektrokaplama sonucu elde edilen yüzeyler (T= Zaman(dakika)).

Üçüncü deneme ise yüksek voltaj uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Bu deneme grubundaki kaplanmış yüzeyler, daha parlak ve kalın olması nedeniyle, düşük ve orta voltajda elektrokaplama örnekleri ile karşılaştırıldığında kabul edilebilir niteliktedir. 30 dakika içinde yüksek voltaj uygulanarak bazı kısımlar haricinde tüm yüzey kaplanmıştır ancak renk hala koyu görünmektedir. Yüksek voltajda 60 dakika kaplamanın sonunda ikinci kat kaplama oluşmaya başlamıştır ve yüzeydeki renk değişiminden bu durum belli olmaktadır (Görsel 8). Bu deneme serisinde 90 dakika kaplama sonrasında numunede ikinci katman kalınlığı beklendiği gibi daha da artmıştır ve böylece daha parlak ve koyu renk elde edilmiştir (Görsel 8). Denemelere, yüzeyde katmanların oluşması ve pürüzlülüğün artıp kaplama homojenliğini engelleyeceği düşünülerek daha yüksek voltaj ile devam edilmemiştir.



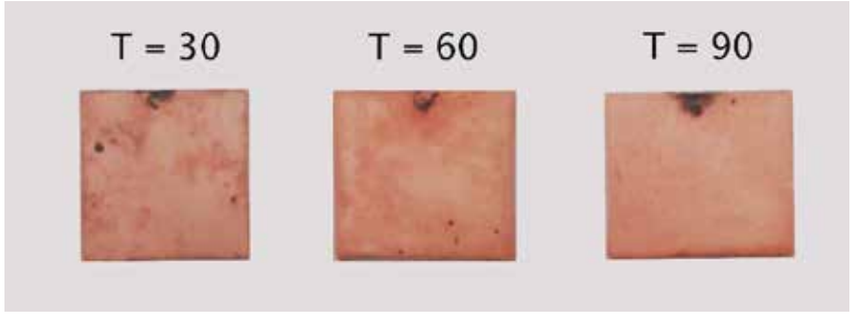
Görsel 8. Yüksek voltajda elektrokaplama sonucu elde edilen yüzeyler (T= Zaman(dakika)).

Sabit voltajda yapılan denemelerin sonucunda 9 cm^2 seramik yüzeyinde pürüzsüz ve parlak sonuç elde etmek için en uygun voltaj yüksek voltaj ve 90 dakika, aynı zamanda daha koyu fakat ince yüzey için düşük voltaj ve 90 dakika kaplama parametreleri uygun olduğu sonuçlardan anlaşılmaktadır.

Deneylerin ikinci grubu akım değiştirilerek ve aynı zaman aralıklarında kullanılarak gerçekleştirilmiştir, bu denemelerde çok farklı yüzey dokuları elde edilmiştir. Düşük akımda ve 30 dakika süre boyunca kaplanan yüzeyde homojen olmayan ve parlak bir yüzey elde edilmiştir, 60 dakika elektrokaplama sonrasında yüzey tamamen kaplanmış ancak 90 dakika kaplama numunesindeki gibi parlak ve homojen değildir (Görsel 9).

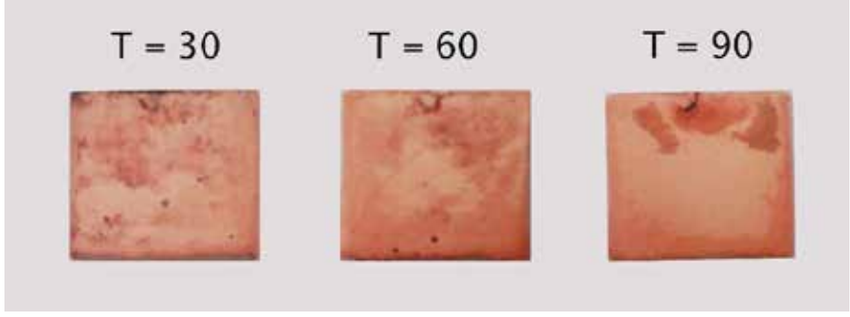
Görsel 9. Düşük şiddet akımda elektrokaplama sonucu elde edilen yüzeyler (T=zaman(dakika)).

30 dakika orta şiddet akımda yüzey tamamen kaplanmıştır ayrıca 60 dakika ve 90 dakika orta şiddet akım kaplama numunelerine göre daha soluk renktedir. İlave olarak kaplama süresinin arttırılması ile kaplama yüzeyinin ortasında daha koyu ve daha parlak olup kenarlara geldikçe daha gözenekli hale gelmiştir (Görsel 10).



Görsel 10. Orta şiddet akımda elektrokaplama sonucu elde edilen yüzeyler (T=zaman(dakika)).

Üçüncü deneme grubunda, diğer grubun son denemelerinde olduğu gibi yüksek akım uygulanarak denemeler gerçekleştirilmiştir. İlk 30 dakika kaplama denemelerinden itibaren pürüzlü yüzeyler elde edilmiştir, 60 dakika kaplama sonrasında elde edilen yüzeyde pürüzlülük artmış ve renk kahverengimsi bir renge dönüşmüştür (Görsel 11). 90 dakika kaplama sonrasında elde edilen yüzeyde oldukça kalın bir tabaka oluşmuştur ve orta kısım daha parlak ve homojendir ancak kaplamanın kenarlara doğru gözenek boyutu büyümüş ve daha pürüzlü dokulu hale gelmiştir(Görsel 11).



Görsel 11. Yüksek şiddet akımda elektrokaplama sonucu elde edilen yüzeyler (T=zaman(dakika)).

Sabit akımda gerçekleştirilen deneylerin sonucunda 9 cm^2 yüzeyin bakır ile elektrokaplanması sonucunda düşük ve orta akım uygulanarak elde edilen yüzeyler arasında çok fark bulunmamıştır. Ancak en homojen, parlak ve pürüzsüz yüzey orta şiddette akım uygulanarak

ve 90 dakika süre sonunda elde edilmiştir ve bu değerler seramik sanat eseri yaratmak için en uygun akım parametreleri olarak belirlenmiştir. Hatta bu değerler sabit voltaj uygulanarak elde edilen sonuçlardan daha iyi kaplamaya ulaşılmasını sağlamıştır. Bu nedenle sanatsal kaplama çalışmaları orta şiddette akım uygulanıp ve 90 dakika boyunca kaplama yapılarak gerçekleştirilmiştir.

Elektrokaplama işlemi bitirildikten sonra, çevre koşulları nedeniyle kaplanmış metal hızlı bir biçimde etkilenir ve sonucunda aşınma veya oksitlenme gerçekleşir. Dolayısıyla yüzey rengi ve dokusunu değişir. İstenen renk ve dokuya göre yüzey parlatılıp şeffaf vernikle kaplanarak bu etki engellenebilir veya normal şartlarda bırakılarak renk değişimi zamana bağlı olarak gözlemlenebilir. Görülen bu değişimler sanatta farklı duyguların aktarılması için kullanılabilmektedir. Görsel 12'de elektrokaplamadan sonra yüzeydeki renk değişiklikleri görülmektedir.

Bu denemeler ve araştırmalardan elde edinilen sonuçları kullanarak, belirtilen parametreleri değiştirerek farklı renk ve dokuya sahip bazı sanatsal çalışmalar üretilmiştir.

Görsel 12. Elektrokaplamadan sonra yüzeydeki renk değişimi.

"ESARET" başlıklı sanatsal çalışma, kalıpta döküm yöntemi ile şekillendirilmiştir. Sırlanmış seramik eser grafit pasta ile iletken hale getirilmiş ve kurutulduktan sonra orta akım şiddetinde elektrokaplama yöntemi uygulanarak istenilen yüzeyler bakır ile kaplanarak gerçekleştirilmiştir(Görsel 13 ve 14).

Görsel 13. "ESARET", Elektrokaplama yöntemi ile bakır kaplanmış seramik sanatsal çalışmanın bazı detayları. Amaneh Manafidizaji 2016 (fotoğraf: Khorram Manafidizaji)

Görsel 14. "ESARET", Kalıpta döküm yöntemiyle şekillendirilmiş, elektrokaplama yöntemi ile bakır kaplanmış seramik sanatsal çalışmanın arka ve ön görüntüsü. Amaneh Manafidizaji 2016 (fotoğraf: Khorram Manafidizaji)

4. SONUÇ

Elektrokaplama yöntemi iletken yüzeyleri farklı metallerle kaplama yöntemidir. Son yıllarda seramik sanatçıları tarafından seramik ve metal kombinasyonu ile farklı sanat eseri yaratmak için nadiren kullanılan bir yöntemdir.

Bu amaçla öncelik sırlı seramik yüzeyler iletken hale getirilmiştir. Ardından sabit voltaj uygulanarak yapılan kaplama denemeleri sonucunda optimum kaplamanın yüksek voltajda 90 dakika kaplama sonucunda elde edildiği tespit edilmiştir. Daha sonra sabit akım uygulanarak yapılan kaplama denemeleri sonucunda optimum kaplamanın orta şiddette akımda 90 dakika kaplama sonucunda elde edildiği görülmüştür. Sabit voltajda elde edilen sonuçta yüksek voltaj uygulanmasıyla pürüzlü yüzeylerin eldesi gerçekleşmiştir. Yüksek akımda 90 dakika kaplama sonrasında homojen yüzey kaplamasının özelliğini yitirdiği ve gözeneklerin oluştuğu belirlenmiştir. Gözenekler yüksek akımda 30 dakika kaplamadan itibaren oluşup, artmaya başlamaktadır. Sonuçlar doğrultusunda istenilen yüzeyi elde etmenin elektrokaplama ile mümkün olduğu tespit edilmiştir. Farklı parametrelerde kaplama yapılması sayesinde sanatçı seramik yüzeyde hedeflenen etkiyi başarıyla oluşturabilmektedir.

Oluşturulan yüzeyler çoğunlukla bakır metal rengindedir ya da eski efektler isteniyorsa patine şeklinde de olabilmektedir. Elektrokaplama işleminin ardından yüzeyin parlaklığını sabitlemek için, parlatma işlemi uygulanabilmektedir. Ayrıca bakır kaplamanın oksitlenmesinin önlemesi kaplamanın aynen kalması istendiğinde gereklidir ve bu yüzey şeffaf cila ile kaplandığında renk değişimi engellenmektedir. Aksi takdirde rengin zamanla değişmesinin istendiği durumlarda yüzeye şeffaf cila vb. uygulanmadan normal şartlarda bırakılabilir.

Kaplama sonrası yapılan işlemlere göre de kaplama özelliği sanatçının kontrolünde değiştirilerek elektrokaplamanın sanatta kullanımının esnekliği ve etkinliği bir kez daha ortaya çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Majumdar, A. and S. Jana, *Glass and glass-ceramic coatings, versatile materials for industrial and engineering applications.* Bulletin of Materials Science, 2001. **24**(1): p. 69-77.
2. Kanani, N., *Electroplating: basic principles, processes and practice*. 2004: Elsevier.
3. Caswell, *Electroplating 101 Metal Anodizing Plating*.
4. Durney, L.J., *Electroplating Engineering Handbook—Fourth Edition, edited by and published by Van Nostrand Reinhold Company.* New York, 1984.
5. Sole, M.J., *Electroforming: methods, materials, and merchandise.* JOM Journal of the Minerals, Metals and Materials Society, 1994. **46**(6): p. 29-35.

6. Lowenheim, F., *Guide to the Selection and Use of Electroplated and Related Finishes*. 1982: ASTM International.
7. Günkaya, G. and A. Manafidizaji, *The Application of Electroforming on the Artistic Glass Work.* III. International, Ceramic, Glasses, Porelain, Enamle, Glaze and Pigment Congress, 2014.
8. Gorodetsky, M. and A. Singerman, *Electroforming: An improvised experiment on electroplating.* J. Chem. Educ, 1980. **57**(7): p. 514.
9. http://blog.dowelectronicmaterials.com/~/media/blogelectronicmaterialscom/posts/copper-electroplating-fundamentals/figure1.ashx?la=en. (Erişim tarihi: 28.06.2017)
10. Miller, P.F., *Making Sculpture by Means of Copper-Electroforming.* Leonardo, 1979. **12**(2): p. 129-131.
11. Fowle Meleney , K., *Small scale electroforming for the studio artist*. 2009.
12. La-Niece, S., *Metal plating and patination: cultural, technical and historical developments*. 2013: Elsevier.
13. Fowle Meleney, K. *Electroforming on beads*.
14. https://donbraisby.files.wordpress.com/2015/02/examples.jpg. (Erişim tarihi: 28.06.2017)
15. Bray, C., *Dictionary of glass: materials and techniques*. 2001: University of Pennsylvania Press.
16. Untracht, O., *Metal techniques for craftsmen: a basic manual for craftsmen on the methods of form ing and decorating metals*. 1968: Doubleday Company.
17. https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/a1/b0/64/a1b0643d7e898957834f33092b814d5a.jpg (Erişim tarihi: 28.06.2017)
18. Dini, J.W., *Electrodeposition*. 1993: Noyes Publications.
19. Mohanty, U.S., *Electrodeposition: Properties, Processes and Applications*. 2012, Hauppauge, UNITED STATES: Nova Science Publishers, Inc.
20. Manafidizaji, A., *Artistik cam uygulamalarında elektrokaplamanın kullanımı*. 2015, Eskişehir, Anadolu Üniversitesi. p. 84.

INVESTIGATING (Fe_2O_3)-Na_2O-B_2O_3-SiO_2 (Fe-NBS) GLAZING SYSTEMS FOR FAST FIRING FLOOR TILES

Keriman Pekkan*, Mustafa Koçer*, Eda Taşçı**

*Dumlupınar University, Faculty of Fine Arts, Department of Ceramic and Glass

**Dumlupınar University, Institute of Life Sciences, Department of Material Sciences and Engineering

keriman.pekkan@dpu.edu.tr

Coating materials are one of the most important elements of the ceramic industry that provide added value. In line with the aesthetic perception and current trends, the most important element that gives technical and aesthetic value to the coating materials, which are in continuous change today, is the glazing applied on them. In the production of ceramic coating materials (i.e. tile production), there are many based glazes with a wide range of surface properties and colour distribution. Ceramic glazes consist of the combined use of melting agents, stabilizers and glass formers. In the glaze firing cycle, the firing program not only determines the structure, but also determines the quantity of crystals that are reformed. Firing rate and cooling rate significantly affect the final surface of the glaze. For this reason, the fast/slow firing cycle should be used as a tool that optimizes the devitrification kinetics in the studies on the subject of the firing regime of ceramic bases in the determined glazing system, and the changes in the firing program should always be considered. The Fe-NBS glaze system developed in this study was prepared according to a glaze system consisting of quartz, boric acid and calcined soda. 1.5% Al_2O_3 was added to the calculated recipes for glaze stabilization. The glazes are grinded as wet and applied on the biscuit structures of floor tiles with lining obtained from Altın Çini ve Seramik A.Ş using the pouring method. The glazed tiles were first tested under laboratory conditions and subsequently under industrial fast firing conditions at Altın Çini ve Seramik A.Ş. for a period of 30 minutes. It is found that the glaze system investigated has given similar results in different compositions depending on the differences in the oven regime. Glazed surfaces were displayed with polarized optical microscope. The phase developments in the glazes are determined with X-ray diffractometer (XRD), and the bond lengths and bond structure are determined with the Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) analysis method.

Keywords: Floor tile, fast firing, triple glazing system.

1. INTRODUCTION

Tiles are pieces made of hard materials such as tiles, ceramics, natural stone, metal or glass. They are generally used in roofs, floors and walls. In addition to the tiles made of glazed hard ceramics, glass, marble, granite and natural stones are also used. While ceramics and natural stones are used most commonly, with the advances in technology, the glass tiles have also gained an important position in terms of technics and visuals. Ceramics floor and wall tiles are obtained by shaping the prepared clay recipes in presses and firing after being enriched with glazes and prints [1,2].

Glazes are glassy coatings with a thickness of 0.5-1 mm applied to various ceramic bases such as floor and wall tiles, tableware and ornamental articles, sanitary ware products, electro porcelains, refractory products and engineering ceramics [3,4].

Ceramic glazes are extremely non-viscous at normal temperatures and viscous at temperatures below the crystallization point, and form an entirely special part of a very important group of vitreous materials called "glass". Some mineral oxides also have vitrification properties. Among these, silica and borax are the most important. Modern glazes used in today's ceramics production are a mixture of borate and silicate compounds. As mentioned below, these glazes prepared with visuals to provide a coating layer on the ceramic item have to possess a number of qualities. For example, as in acids, they must be non-soluble in waters, provide acid and water contact and strength during use as well as mechanical impact resistance, be impermeable to water, be resistant against capillary glaze cracking, flaking and other glaze defects, be suitable to obtain decorative features such as crystal glaze and various tonal variations and possess the melting properties in the specified temperatures [5].

Ceramic glazes are classified in different groups according to the raw materials used in the production, oxide composition, the firing regime, the surface properties, the ceramic base on which they are applied as well as applications applied [3,4]. According to the type of use of the raw materials of the composition, the glazes are classified as raw, fritted and frit glazes [6].

Raw glazes do not contain frit in their structures and consist only of natural or synthetic raw materials. For this reason, their industrial applications are restricted as the firing temperature of raw glazes is generally above 1150 °C. The melting and dissolution of hard raw materials such as quartz and alumina in the glaze composition is very important to obtain a smooth and relatively non-porous glaze. High firing temperatures are required to dissolve the hard raw materials in the melt. Therefore, the firing regimes of the raw glazes are slower and occur at a longer period [3,4]. Fritted glazes are usually glazes that contain frit at certain ratios in their structures. Frit is a glassy compound which is obtained by melting the raw material mixtures at a temperature range of 1400-1600 °C and then cooling immediately. The glazes of products fired under low temperatures such as 1200 °C contain a significant amount of frits. As the temperature drops, the ratio of frits in the composition rises. More than 90% of frit is used in tile glazes. No frits are required in the glaze composition of products fired at high temperatures, such as porcelain. Obtaining glaze layers with the desired properties at these temperatures by mixing raw materials such as kaolin, quartz, feldspar, calcite, magnesite and dolomite at suitable ratios does not create any problems [7]. On the other hand, it is inevitable to use boron and/or lead compounds with both high melting temperatures and high melter properties in order to obtain a glaze layer with the desired properties at low temperatures. These raw materials can only be used after fritting as they cause certain problems if used raw. Lead compounds are highly toxic. As they become insoluble after being bonded with silicates by melting, this problem is eliminated. Boron oxide is one of the oxides with the ability to form glass when melted alone. It can melt at low temperatures, while also

melting other components effectively with efficient visuals, providing a good visual spread of the glaze by reducing its viscosity and helping to improve surface appearance. It gives a glossy appearance to the glaze surface, reduces the coefficient of thermal expansion and increases the resistance against chemical substances, especially those with acidic properties. However, all boron oxide-containing boron compounds contain a high ratio of crystal water and sudden discharge of crystal water during firing causes deterioration of and cracks on the layer. In addition, as boric acid and borax also dissolve in water, they degrade the viscosity if used raw. Therefore, as they are water-soluble, it is only possible to obtain a proper glaze layer by using these raw materials by using them after fritting [3,5,7].

Fast firing and slow firing are the processes used for firing the glaze after combining the glazing materials with the glaze. Fast firing generally takes place at a temperature of 1000-1100 °C and at an average time of 30-60 minutes in roll furnaces. Slow firing takes place in box-type furnaces at a temperature of 1000-1200 °C and an average time of 300-450 minutes. The purpose of the two different firing applications is to reach the value-added recipes by adapting the fixed recipes obtained by laboratory application to the industrial firing by revealing the changes that the glaze presents under temperature.

In this study, the Fe-NBS glaze system was prepared according to the glaze system consisting of quartz boric acid and calcined soda and 1.5% alumina was added to the system. Based on the properties of the raw materials used in the prepared glaze system on the floor tile, the effects under fast firing without using frits and with the use of fast grinding were investigated.

2. EXPERIMENTAL STUDIES

For fast firing floor tiles (Fe_2O_3)-Na_2O-B_2O_3-SiO_2(Fe-NBS), quartz, calcined soda, and boric acid were used as initial raw materials in the investigations of glazing systems. Based on the triple diagram given in Figure 1, basic glaze prescriptions were created and the trials were continued in this context. The 42 glaze prescriptions in the triple diagram (Table 1) were individually weighed and grinded for 10 minutes with water. In the grinding process, the water content is selected as 30% of the raw material amount. Prepared recipes were applied by pouring method on the floor tiles with lining obtained from Altın Çini ve Seramik A.Ş.

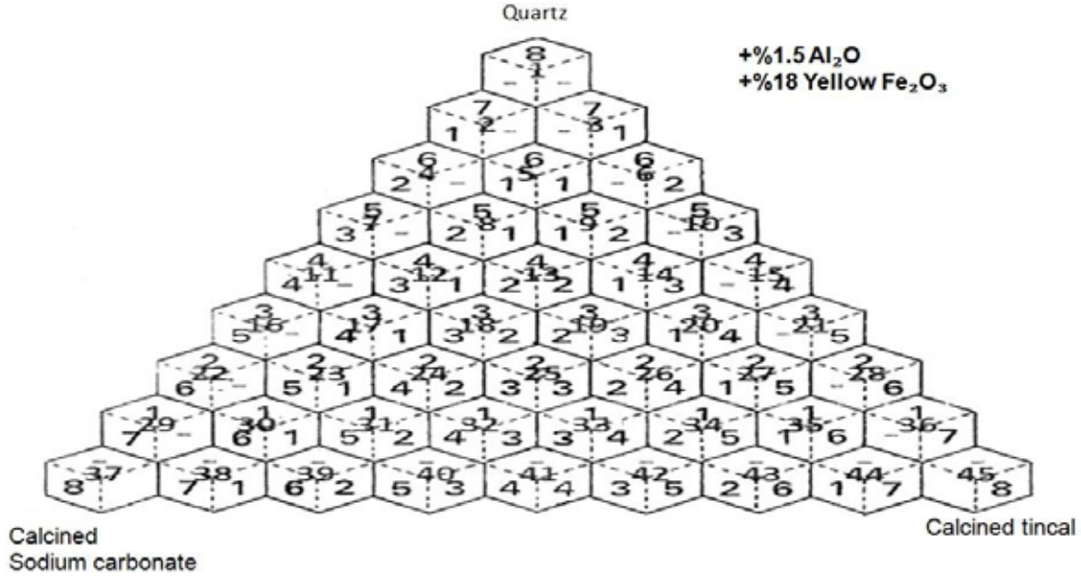


Figure 1. Triple Diagram.

Table 1. 42 Glaze Prescriptions of Triple Diagram.

Raw materials	Quartz	Calcined soda	Boric acid	Alumina	Fe_2O_3
Recipe 2	87.5%	12.5%	0	+1.5%	+18%
Recipe 3	87.5%	0	12.5%	+1.5%	+18%
Recipe 4	75%	25%	0	+1.5%	+18%
Recipe 5	75%	12.5%	12.5%	+1.5%	+18%
Recipe 6	75%	0	25%	+1.5%	+18%
Recipe 7	62.5%	37.5%	0	+1.5%	+18%
Recipe 8	62.5%	25%	12.5%	+1.5%	+18%
Recipe 9	62.5%	12.5%	25%	+1.5%	+18%
Recipe 10	62.5%	0	37.5%	+1.5%	+18%
Recipe 11	50%	50%	0	+1.5%	+18%
Recipe 12	50%	37.5%	12.5%	+1.5%	+18%
Recipe 13	50%	25%	25%	+1.5%	+18%
Recipe 14	50%	12.5%	37.5%	+1.5%	+18%
Recipe 15	50%	0	50%	+1.5%	+18%
Recipe 16	37.5%	62.5%	0	+1.5%	+18%
Recipe 17	37.5%	50%	12.5%	+1.5%	+18%
Recipe 18	37.5%	37.5%	25%	+1.5%	+18%
Recipe 19	37.5%	25%	37.5%	+1.5%	+18%
Recipe 20	37.5%	12.5%	50%	+1.5%	+18%
Recipe 21	37.5%	0	62.5%	+1.5%	+18%
Recipe 22	25%	75%	0	+1.5%	+18%
Recipe 23	25%	62.5%	12.5%	+1.5%	+18%
Recipe 24	25%	50%	25%	+1.5%	+18%
Recipe 25	25%	37.5%	37.5%	+1.5%	+18%
Recipe 26	25%	25%	50%	+1.5%	+18%
Recipe 27	25%	12.5%	62.5%	+1.5%	+18%
Recipe 28	25%	0	75%	+1.5%	+18%
Recipe 29	12.5%	87.5%	0	+1.5%	+18%
Recipe 30	12.5%	75%	12.5%	+1.5%	+18%
Recipe 31	12.5%	62.5%	25%	+1.5%	+18%
Recipe 32	12.5%	50%	37.5%	+1.5%	+18%
Recipe 33	12.5%	37.5%	50%	+1.5%	+18%
Recipe 34	12.5%	25%	62.5%	+1.5%	+18%
Recipe 35	12.5%	12.5%	75%	+1.5%	+18%
Recipe 36	12.5%	0	87.5%	+1.5%	+18%
Recipe 38	0	87.5%	12.5%	+1.5%	+18%
Recipe 39	0	75%	25%	+1.5%	+18%
Recipe 40	0	62.5%	37.5%	+1.5%	+18%
Recipe 41	0	50%	50%	+1.5%	+18%
Recipe 42	0	37.5%	62.5%	+1.5%	+18%
Recipe 43	0	25%	75%	+1.5%	+18%
Recipe 44	0	12.5%	87.5%	+1.5%	+18%

Prepared glazed tile samples were fired at 1050ºC for 330 minutes using Protherm HLF60 model furnace in laboratory environment. The furnace regime applied during firing is presented in Figure 2. Afterwards, all the glazed tile samples prepared were fired at 1050 °C for 30 minutes in the industrial wall tile firing furnaces at Altın Çini ve Seramik A.Ş.

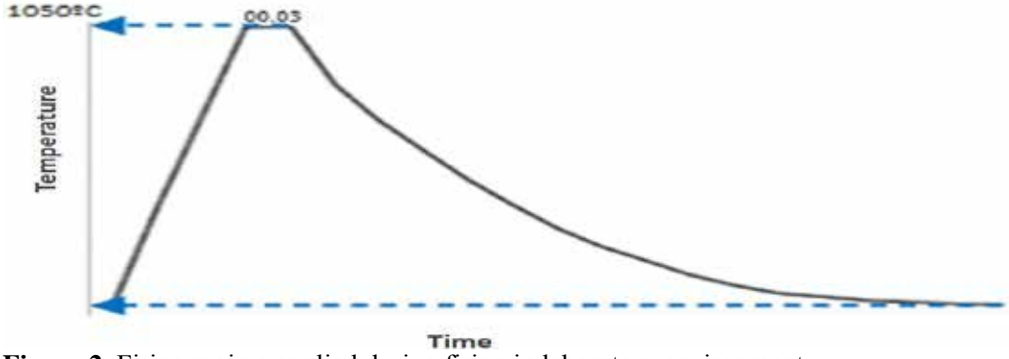


Figure 2. Firing regime applied during firing in laboratory environment.

The samples giving the best results were selected from the glazed tile products obtained after slow and fast firing in the triple glaze system (Table 2) and recipe characterization procedures were carried out. After characterization, recipe development studies were carried out on selected recipe and the results were evaluated. In fired glazed samples, the surfaces were characterized with a Nikon A100m and AZ-STDM Polarized Optical Microscope, phase developments were characterized with a Rigaku and Miniflex X-ray diffractometer (XRD) and bond length and bond structure were characterized with a Bruker and Alpha Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR).

Table 2. Selected Glazing Recipes.

Raw materials	**Quartz**	**Calcined soda**	**Boric acid**	**Alumina**	**Fe_2O_3**
Recipe 19	37.5%	25%	37.5%	+1.5%	+18%
Recipe 33	12.5%	37.5%	50%	+1.5%	+18%
Recipe 41	0	50%	50%	+1.5%	+18%

3. RESULTS AND EVALUATION

Recipe compositions are evaluated in Table 1, and visual evaluation of specified recipes after fast and slow firing are evaluated in Figure 3. For the glazing systems of fast-fired floor tiles (Fe_2O_3)-Na_2O-B_2O_3-SiO_2(Fe-NBS), the glaze recipes in Table 2 were selected.

Following the firing results of glaze mixtures in the triple diagram used in the basic glazing investigation for fast-fired floor tiles (Fe_2O_3)-Na_2O-B_2O_3-SiO_2(Fe-NBS) (Figure 3), the visual evaluation of selected glaze recipes, whose recipes are specified in Table 2, are given in Visual 4-6.

Figure 3. Fast firing at 1050°C (a), slow firing at 1050°C (b).

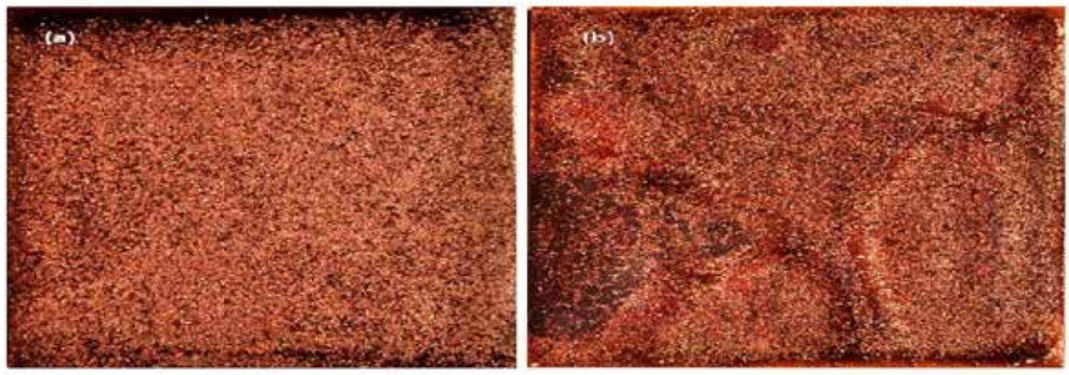


Figure 4. Fast firing with recipe 19 (a), Slow firing with recipe 19 (b).

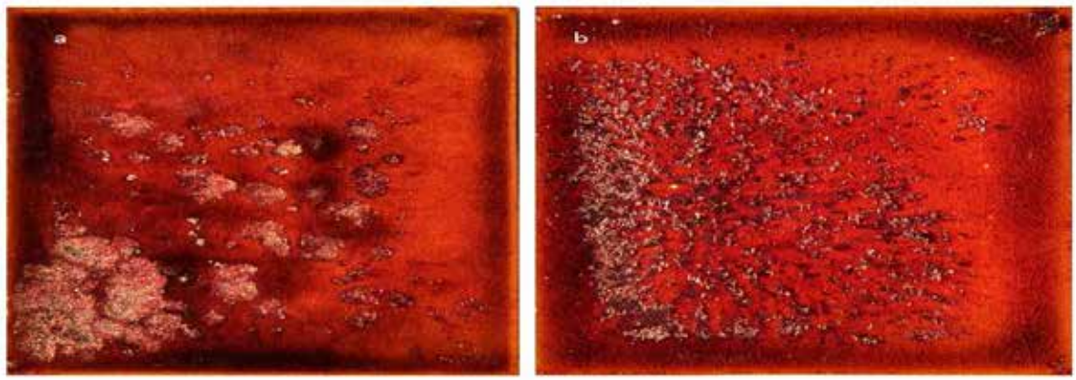


Figure 5. Fast Firing with Recipe 33 (a) Slow Firing with Recipe 33 (b)

Figure 6. Fast Firing with Recipe 41 (a) Slow Firing with Recipe 41 (b)

The optical microscope results in Figure 7, 8 and 9 are obtained after applying a Nikon A100m and AZ-STDM Polarized Optical microscope on the surfaces of selected fired glazed samples presented in Figure 4, 5 and 6.

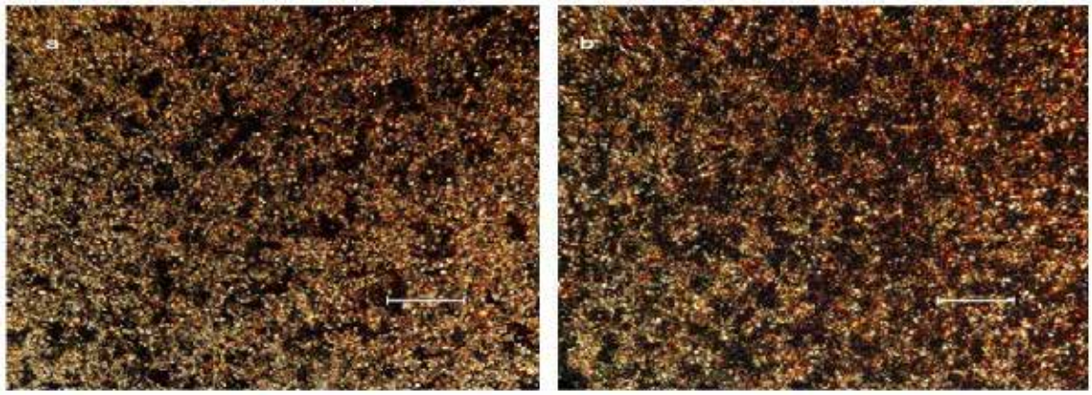


Figure 7. Recipe 19, optical microscope images for fast firing (a), slow firing (b).

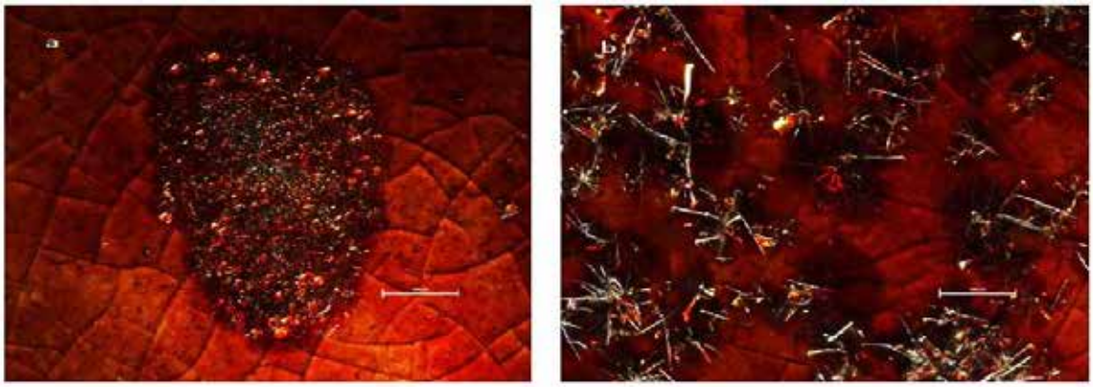


Figure 8. Recipe 33, optical microscope images for fast firing (a), slow firing (b).

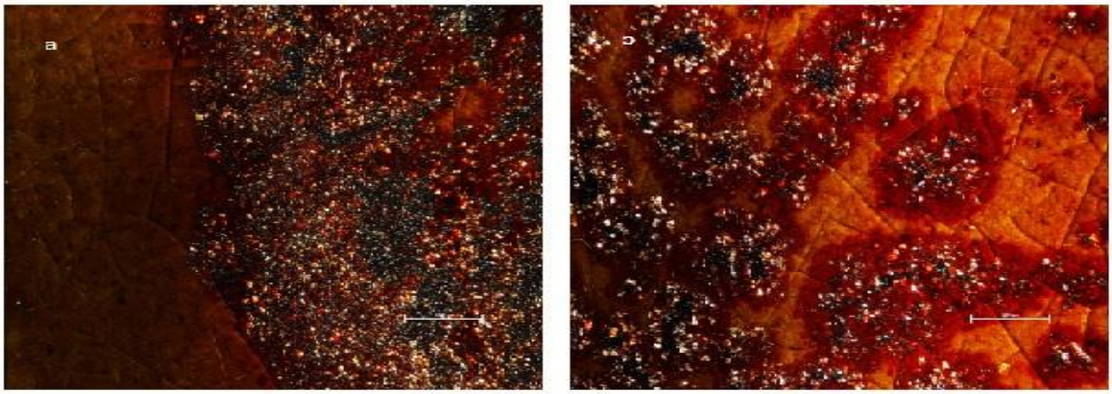


Figure 9. Recipe 41, optical microscope images for fast firing (a), slow firing (b).

When the results of the optical microscope are examined, it is observed that more crystallization occurred in the recipe 19 and, at the same time, no Fe-NBS coloring effect is observed and no vitreous layer has formed. In recipe 33, it has been observed that the crystallization has occurred below the vitreous layer in fast firing but was not homogenously distributed. A more acicular crystallization and homogeneous distribution was observed in

slow firing. In recipe 41, it has been observed that the crystallization has occurred below the vitreous layer in both firings but was not homogenously distributed.

For the phase development of the same recipes, phase analysis was performed with a Rigaku and Miniflex X-ray diffractometer (XRD) with and the results are given in Figure 10 and Figure 11.

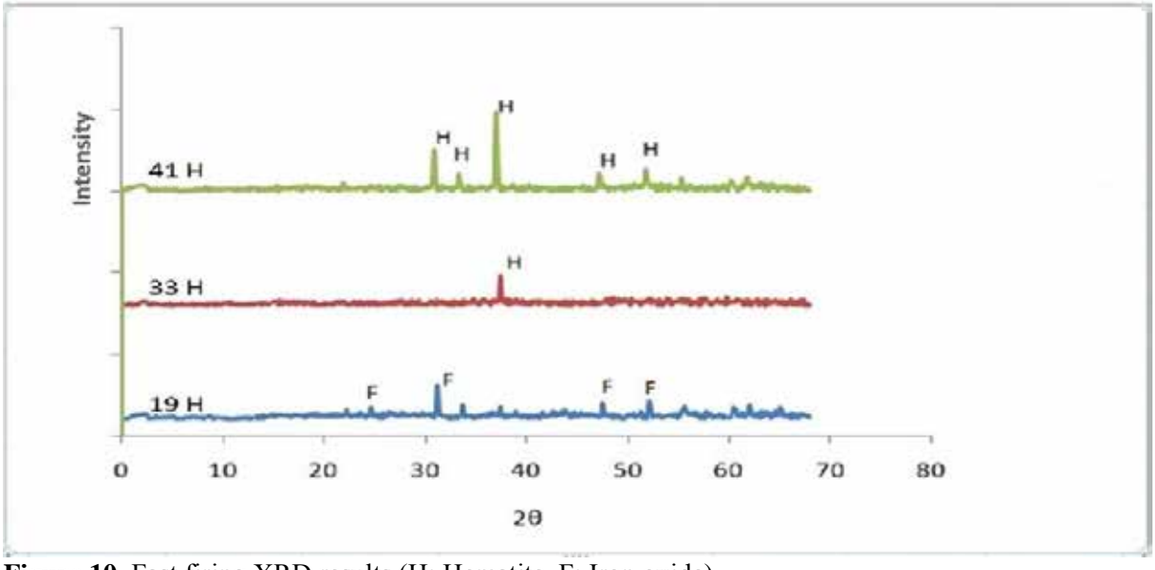


Figure 10. Fast firing XRD results (H: Hematite, F: Iron oxide).

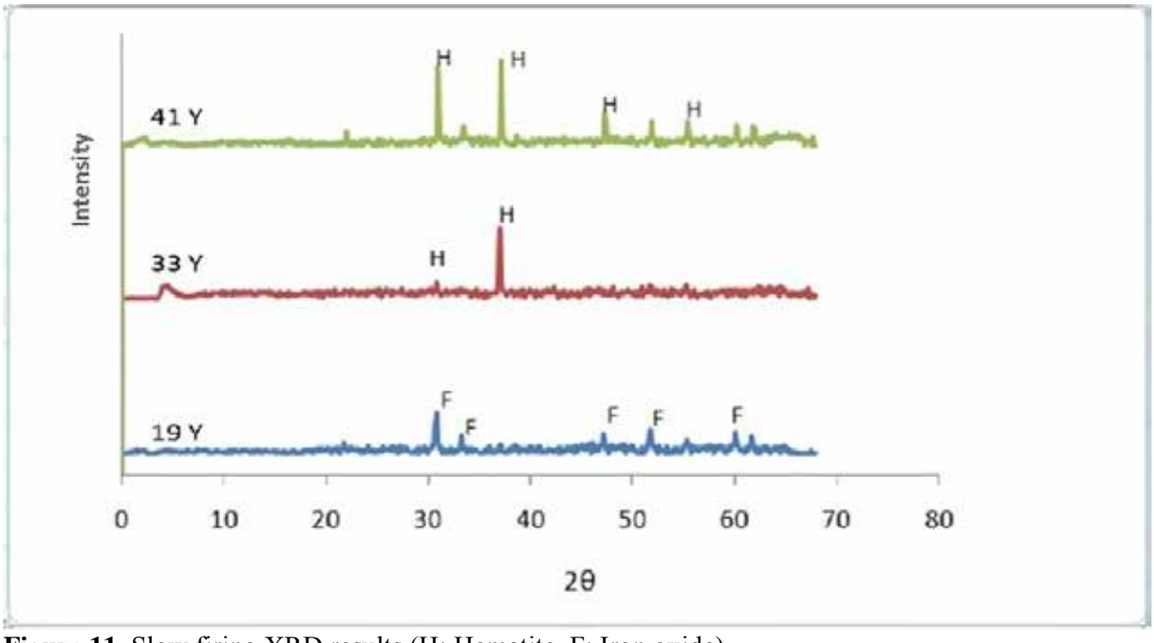


Figure 11. Slow firing XRD results (H: Hematite, F: Iron oxide).

When XRD results are examined, it is observed that similar phases occurred under fast and slow firing conditions It is determined that the phases formed are Hematite and Iron oxide. However, it is observed that the peak intensity in the hematite phase is higher as the time required to form the hematite phase in slow firing is longer.

To evaluate the bond length and bond structure of the selected 3 recipes, a Bruker and Alpha Fruiter transform infrared spectroscopy (FTIR) is applied on fired glazed samples and the results are given in Figure 12 and 13.

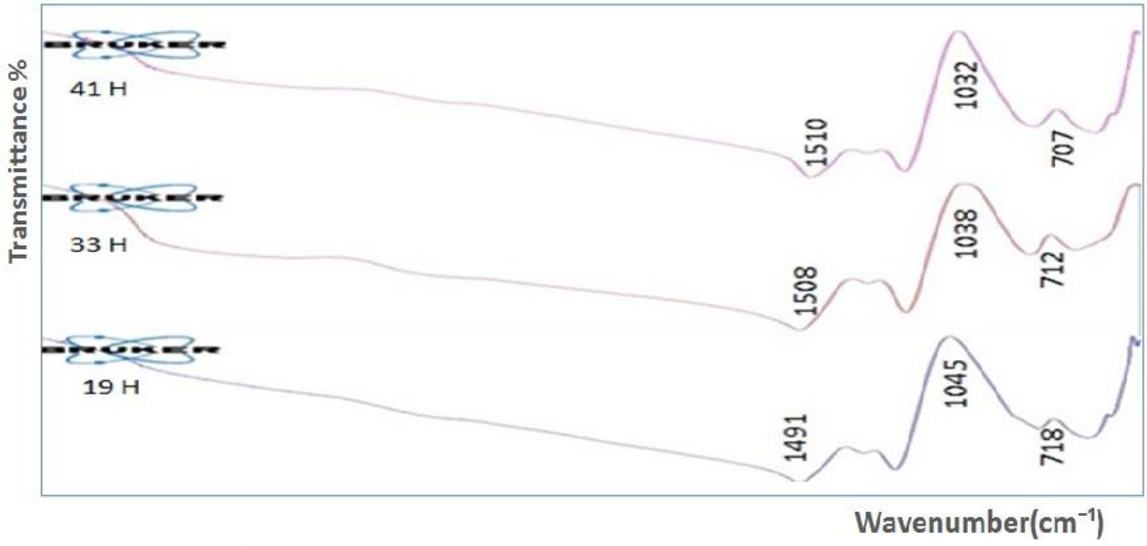


Figure 12. Fast firing FTIR results.

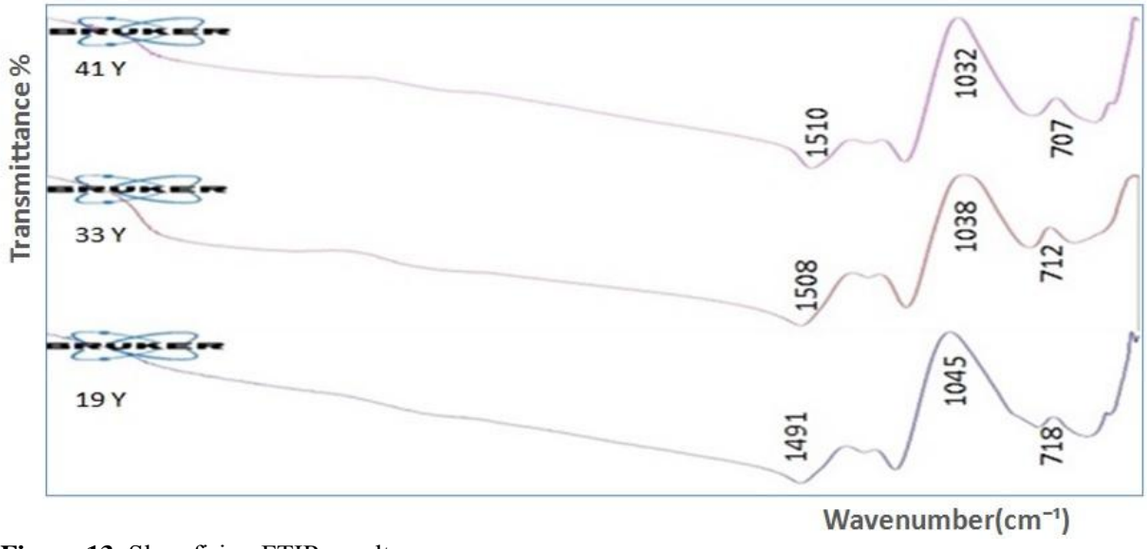


Figure 13. Slow firing FTIR results.

FT-IR spectroscopy is used to support XRD analyzes by examining the diversity of the molecular-level bonds of materials with different properties. It is a method used to identify the different molecular structures containing Si-O-Si, Al-O, Fe-O bonds of materials through FT-IR spectroscopy. When the FTIR results are examined, it is seen that the peaks between 750-700 cm^{-1} are Si-O-Si bonds, peaks between 1075-1030 cm^{-1} resulted from Fe-O vibration whereas peaks between 1490-1520 cm^{-1} resulted from –N=N-stress vibration.

4. GENERAL EVALUATION AND RESULTS

As a result of the studies carried out, it is observed that, among the selected recipes consisting of quartz, calcined soda, boric acid and alumina, the hematite phase is formed in recipes 19 and 33 and the oxide phase is formed in recipe 41. During the plotting of XRD peaks, it is determined that the clarity of glossy phase was lower in recipe 19 compared to the glossy phase in recipes 33 and 41 due to the fact that recipe 19 had a higher quartz ratio compared to other recipes. In addition, it is observed that there was more crystallization resulting from the quartz ratio in recipe 19. According to this result, it is found that it was uniformly distributed as red crystals on copper-colored surface in iron oxide structure. It can be said that, as the quartz ratio is reduced in the recipes, the crystallization decreases in the same ratio as well. According to the optical microscope results, it is observed that more clear and acicular crystallization occurred in recipe 33 due to the reduced amount of quartz, increased amount of calcined soda and boric acid. Here, the crystal formation occurred closer to the surface and accumulated on partial areas rather than covering the entirety of the surface. It is observed that the crystal formation occurred in the form of islets in fast firing, whereas it occurred in the form of small crystals and flakes which are more distributed on the surface in slow firing.

In addition, it is observed that the clarity of glassy phase was increased in recipe 41 as a result of not using quartz. It was observed that the crystal structure was formed, but was not apparent. Also, according to the results of the optical microscope, it can be said that the cracks originating from the boric acid ratio was higher in recipe 33. On the other hand, it is determined that cracks decreased when no quartz was used in recipe 41. Generally, it is recommended that although successful artistic results are obtained in this system, next studies can be conducted with fritted mixtures because boric acid dissolves in water.

5. ACKNOWLEDGEMENTS

Due to the contributions made in the realization of this work, we would like to thank Kadir Öztaş, Dumlupınar University Advanced Technologies Center (ILTEM) and Altın Çini ve Seramik A.Ş. employees.

6. REFERENCES

[1] https://tr.wikipedia.org/wiki/Karo

[2] http://www.basicsmines.com/dimensionstone/index.html

[3] Yamaner C., Akpınar S., *Investigating the Usability of Certain Boron Compounds as Raw in the Glazing* ,2012.

[4] Fröberg L., *Factors Affecting Raw Glaze Properties*, Abo Akademi University, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Abo, Finland, 2007.

[5] Singer F.- German W.L., *Ceramic glazes*, Borax Consolidated Limited, London SWI, 1971.

[6] Kartal A., *Glaze and Glazing Technique*, Cizgi Matbaacılık Ltd. Sti. 1998.

[7] Kartal A. and Gurtekin H., *Effects of Certain Boron Raw Materials on the Melting Behaviour of Glazing.* 1st International Boron Symposium, Kütahya. 2002.

BİLDİRİ

HIZLI PİŞİRİM YER KAROLARI İÇİN (Fe_2O_3)-Na_2O-B_2O_3-SiO_2 (Fe-NBS) SIR SİSTEMLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Keriman Pekkan*, Mustafa Koçer*, Eda Taşçı**

*Dumlupınar Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik ve Cam Bölümü, Kütahya, Türkiye

**Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü, Kütahya, Türkiye

keriman.pekkan@dpu.edu.tr

Kaplama malzemeleri seramik sektörünün katma değer sağlayan en önemli elemanlarındandır. Estetik anlayışa ve güncel eğilimlere bağlı olarak günümüzde sürekli bir değişim içinde olan bu malzemelere teknik ve estetik açıdan değer katan en önemli unsur üzerlerine uygulanan sırlardır. Seramik kaplama malzemeleri üretiminde (bir diğer adıyla karo üretiminde) çok çeşitli yüzey özelliğine ve renk dağılımına sahip sırlar mevcuttur. Seramik sırları ergiticiler, dengeleyiciler ve cam yapıcıların bir arada kullanımından oluşurlar. Sır pişirim döngüsünde, pişirim programı sadece yapıyı değil aynı zamanda, yeniden oluşan kristallerin miktarını da belirler. Pişirim rejimi ve soğutma hızı sırın nihai yüzeyini önemli oranda etkiler. Dolayısıyla belirlenen sır sistemi içerisinde seramik altlıkların pişirim rejimini konu alan çalışmalarda hızlı/yavaş pişirim döngüsü, devitrifikasyon (yeniden kristallenme) kinetiklerini optimize eden bir araç olarak kullanılmalıdır ve pişirim programındaki değişimler her zaman dikkate alınmalıdır. Bu çalışmada geliştirilen Fe-NBS sır sistemi kuvars, borik asit ve kalsine sodadan oluşan bir sistemdir. Hesaplanan reçetelere sır kararlılığı için % 1,5 oranında Al_2O_3 ilave edilmiştir. Sırlar yaş olarak öğütülmüş ve Altın Çini ve Seramik A.Ş'den temin edilen astarlı (engoplu) yer karosu bisküvi bünyeleri üzerine akıtma yöntemi ile uygulanmıştır. Sırlı karolar ilk olarak laboratuar koşullarında ve ardından da Altın Çini ve Seramik A.Ş'de endüstriyel hızlı pişirim koşullarında 30 dak. süre ile pişirilmiştir. Fırın rejimindeki farklılıklara bağlı olarak çalışılan sır sisteminin farklı bileşimlerde benzer sonuçları verdiği tespit edilmiştir. Sırlı yüzeyler polarize optik mikroskopla görüntülenmiştir. Sırlardaki faz gelişimleri X ışını kırınım (XRD), bağ uzunlukları ve bağ yapısı Fourier Transform Infrared Spektroskopisi (FTIR) analiz yöntemi ile belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yer karosu, hızlı pişirim, üçlü sır sistemi.

1. GİRİŞ

Karo, kiremit, seramik, doğal taş, metal ya da cam gibi sert malzemelerden üretilmiş parçalardır. Genellikle çatılarda, yerlerde ve duvarlarda kullanılır. Ağırlıkla olarak sırlı sert seramikten yapılmış olan karolar yanında sıra cam, mermer, granit ve doğal taşlarda kullanılmaktadır. Çoğunlukla seramik ve doğal taş olmakla birlikte, teknolojinin ilerlemesi ile cam karolar da teknik ve görsel olarak belirgin bir konuma gelmiştir. Seramik yer ve duvar karoları belirli reçetelere göre hazırlanan çamurların preslerde şekillendirilmesinden sonra sır ve baskılar ile zenginleştirilip pişirilmesi sonucu elde edilir [1,2].

Sırlar; yer ve duvar karoları, sofra ve süs eşyaları, sağlık gereçleri, elektro porselenler, refrakter mamuller ve mühendislik seramikleri gibi çeşitli seramik altlıklar üzerine uygulanan 0,5–1 mm kalınlağındaki camsı kaplamalardır [3,4].

Seramik sırları, normal ısılarda çok yüksek akışkansızlığa sahip, kristalleşme noktası altındaki derecelerde akıcı olup, "cam" şeklinde adlandırılan camsı maddelerin çok önemli bir grubunda bütünüyle özel bir bölümü meydana getirir. Bazı mineral oksitleri de camlaşma özelliğine sahiptir. Bunlar arasında silis ve boraks en önemlileridir. Günümüz seramikçiliğinde kullanılan modern sırlar, borat ve silikat bileşimlerinin bir karışımıdır. Seramik eşyada örtücü bir tabaka sağlayacak Görselde hazırlanan bu sırlar, aşağıda da belirtildiği gibi, bir takım nitelikler taşımak zorundadırlar. Örneğin, asitlerde olduğu gibi sularda da çözünmeme ve kullanım sürecinde asit su temasına ve dayanım, mekanik darbelere mukavemeti, su geçirgenliğinin olmaması, kılcal sır çatlamaları, pullanmalar ve diğer sır hatalarına karşı dayanıklı olma, kristal sır ve değişik ton çeşitlemeleri gibi dekoratif görünümlerin eldesine yatkınlık, belirlenen ısılarda ergime özelliklerini kapsamalıdır [5].

Seramik sırlar; üretiminde kullanılan hammaddelere, oksit bileşimine, pişirim rejimine, yüzey özelliklerine, uygulandıkları seramik altlığa ve uygulama şekline göre farklı gruplarda sınıflandırılır [3,4]. Bileşimindeki hammaddelerin kullanım biçimine göre sırlar ham, firitli ve firitsiz sırlar şeklinde sınıflandırılmaktadır [6].

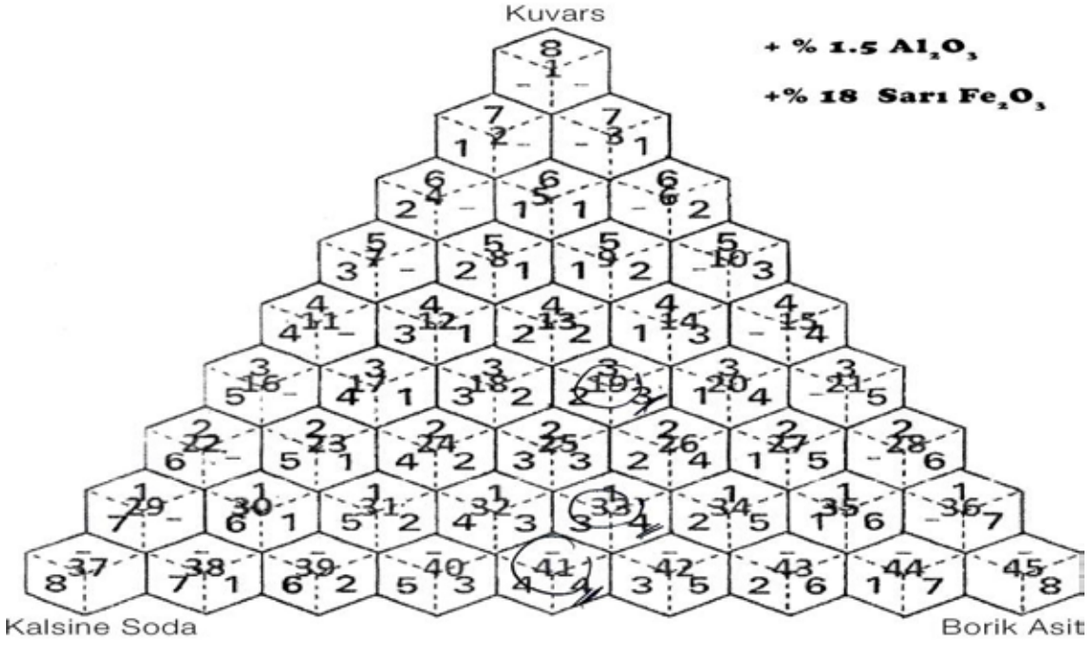
Ham sırlar bünyelerinde firit ihtiva etmezler ve sadece doğal veya sentetik hammaddelerden oluşurlar. Bu nedenle ham sırların pişirim sıcaklığı genellikle 1150°C'nin üzerinde olduğu için endüstriyel uygulamaları kısıtlıdır. Pürüzsüz ve nispeten gözeneksiz sır bünyesi elde etmek için sır bileşimindeki kuvars ve alümina gibi sert hammaddelerin ergimesi ve çözünmesi çok önemlidir. Sert hammaddelerin eriyik içinde çözünmesi için yüksek pişirim sıcaklıklarına ihtiyaç vardır. Dolayısıyla, ham sırların pişirim rejimleri daha yavaş ve uzun sürelidir [3,4]. Firitli sırlar genellikle bünyelerinde belirli oranlarda firit içeren sırlardır. Firit, uygun hammadde karışımlarının 1400–1600 °C sıcaklık aralıklarında eritilmesi ve sonrasında ani soğutma ile elde edilen bir camsı bileşiktir. 1200 °C gibi düşük sıcaklıkların altında pişirilen mamullerin sırlarında önemli oranda firit bulunur. Sıcaklık düştükçe bileşimdeki firit oranı yükselir. Fayans sırlarında % 90'ın üzerinde firit kullanılır. Porselen gibi yüksek sıcaklıklarda pişirilen mamullerin sır bileşiminde firitin yer almasına gerek yoktur. Kaolen, kuvars, feldspat, kalsit, magnezit ve dolomit gibi hammaddelerin uygun oranlarda karıştırılması ile bu sıcaklıklarda aranan özelliklere sahip sır tabakalarının eldesinde hiçbir sorun yşanmamaktadır[7]. Buna karşın düşük sıcaklıklarda aranan özelliklerde sır tabakası elde edebilmek için hem ergime sıcaklıkları hem de ergiticilik özellikleri yüksek bor ve/veya kurşun bileşiklerinin kullanılması kaçınılmazdır. Bu hammaddeler ham olarak kullanılmaları halinde bir takım sorunlara yol açtıkları için ancak firitleştirilerek kullanılabilirler. Kurşun bileşikleri oldukça toksiktirler. Silikatlarla ergitilerek bağlanmaları durumunda çözünmez hale geldikleri için bu sorun ortadan kalkar. Bor oksit tek başına ergitildiğinde cam oluşturma özelliğine sahip oksitlerden bir tanesidir. Düşük sıcaklıklarda eriyebilmekte, diğer bileşenleri de etkili bir Görselde ergitebilmekte, sırın viskozitesini (ağdalığını) düşürerek iyi bir görselde yayılmasını sağlamakta ve yüzey görünümünü düzeltmeye yardımcı olmaktadır. Sır yüzeyine parlak bir görüntü kazandırmakta, ısısal genleşme katsayısını düşürmekte ve bilhassa asidik karakterdeki kimyasallara karşı dayanımı artırmaktadır. Ancak bor oksit ihtiva eden bor bileşiklerinin hepsi yüksek oranda kristal suyu bulundurmaz ve pişirim esnasında kristal suyun ani atılması tabakada bozulmalara ve çatlamalara yol açar. Ayrıca borik asit ve boraks suda çözünme özelliği de göstermeleri yüzünden ham olarak kullanılmaları durumunda akışkanlığı kötüleştirir. Dolayısıyla bu hammaddelerle de düzgün bir sır tabakası elde etmek ancak, suda çözünür nitelikte olduklarından firitleştirilerek kullanılmaları suretiyle mümkündür [3, 5, 7].

Hızlı ve yavaş pişirim döngüleri kaplama malzemelerinin sır ile birleşmesi sonrası sırın pişirilmesi için uygulanan işlemlerdir. Hızlı pişirim genlikle rulolu fırınlarda 1000–1100 °C sıcaklık ve ortalama 30-60 dakika arasında gerçekleşmektedir. Yavaş pişirim ise kutu tipi fırınlarda 1000–1200 °C'de sıcaklıkda ve ortalama 300–450 dakika arasında sağlanmaktadır. İki farklı pişirimin amacı sırın sıcaklık esnasında gösterdiği değişiklikleri ortaya koyarak laboratuar uygulaması ile elde edilen sabit reçeteleri endüstriyel pişirime adapte ederek içinde katma değer bulunduran reçetelere ulaşmaktır.

Bu çalışmada Fe-NBS sır sistemi kuvars, borik asit ve kalsine sodadan oluşmakta ve % 1,5 alümina katkısı içermektedir. Hazırlanan sır sisteminde kullanılan hammaddelerin yer karosu üzerinde özellikleri baz alınarak firit kullanmadan ve sulu öğütme ile hızlı pişirim ortamında oluşan etkiler araştırılmıştır.

2. MALZEME VE YÖNTEM

Hızlı pişirim yer karoları için (Fe_2O_3)-Na_2O-B_2O_3-SiO_2(Fe-NBS) sisteminde araştırmalarında kuvars, kalsine soda ve borik asit başlangıç hammaddesi olarak kullanılmıştır. Görsel 1'de verilen üçlü diyagram esas alınarak temel sır reçeteleri oluşturulmuş, denemeler bu bağlamda sürdürülmüştür. Üçlü diyagramda yer alan 42 adet sır reçetesi (Çizelge 1) ayrı ayrı tartılıp, 10 dakika süreyle sulu olarak öğütülmüştür. Öğütme işleminde, su oranı hammadde miktarının % 30'u olarak seçilmiştir. Hazırlanan reçeteler Altın Çini ve Seramik A.Ş.'den temin edilen astarlı yer karoları üzerine akıtma yöntemi ile uygulanmıştır.



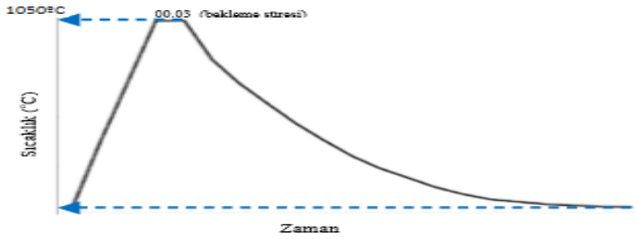
Görsel 1. Kuvars, kalsine soda, borik asit (KKB) üçlü diyagram.

.

Çizelge 1. KKB üçlü diyagramda yer alan 42 adet sır reçetesi.

Hammadde	Kuvars	Kalsine Soda	Borik Asit	Alümina	Fe_2O_3
2.reçete	%87,5	%12,5	0	+%1,5	+%18
3.reçete	%87,5	0	%12,5	+%1,5	+%18
4. reçete	%75	%25	0	+%1,5	+%18
5. reçete	%75	%12.5	%12.5	+%1,5	+%18
6. reçete	%75	0	%25	+%1,5	+%18
7. reçete	%62,5	%37,5	0	+%1,5	+%18
8. reçete	%62,5	%25	%12,5	+%1,5	+%18
9. reçete	%62,5	%12,5	%25	+%1,5	+%18
10. reçete	%62,5	0	%37,5	+%1,5	+%18
11. reçete	%50	%50	0	+%1,5	+%18
12. reçete	%50	%37,5	%12.5	+%1,5	+%18
13. reçete	%50	%25	%25	+%1,5	+%18
14. reçete	%50	%12,5	%37,5	+%1,5	+%18
15. reçete	%50	0	%50	+%1,5	+%18
16. reçete	%37.5	%62,5	0	+%1,5	+%18
17. reçete	%37.5	%50	%12,5	+%1,5	+%18
18. reçete	%37.5	%37.5	%25	+%1,5	+%18
19. reçete	%37.5	%25	%37.5	+%1,5	+%18
20. reçete	%37.5	%12.5	%50	+%1,5	+%18
21. reçete	%37.5	0	%62,5	+%1,5	+%18
22. reçete	%25	%75	0	+%1,5	+%18
23. reçete	%25	%62,5	%12,5	+%1,5	+%18
24. reçete	%25	%50	%25	+%1,5	+%18
25. reçete	%25	%37,5	%37,5	+%1,5	+%18
26. reçete	%25	%25	%50	+%1,5	+%18
27. reçete	%25	%12,5	%62,5	+%1,5	+%18
28. reçete	%25	0	%75	+%1,5	+%18
29. reçete	%12.5	%87,5	0	+%1,5	+%18
30. reçete	%12.5	%75	%12,5	+%1,5	+%18
31. reçete	%12.5	%62,5	%25	+%1,5	+%18
32. reçete	%12.5	%50	%37,5	+%1,5	+%18
33. reçete	%12.5	%37,5	%50	+%1,5	+%18
34. reçete	%12.5	%25	%62,5	+%1,5	+%18
35. reçete	%12.5	%12,5	%75	+%1,5	+%18
36. reçete	%12.5	0	%87,5	+%1,5	+%18
38. reçete	0	%87,5	%12,5	+%1,5	+%18
39. reçete	0	%75	%25	+%1,5	+%18
40. reçete	0	%62,5	%37,5	+%1,5	+%18
41. reçete	0	%50	%50	+%1,5	+%18
42. reçete	0	%37,5	%62,5	+%1,5	+%18
43. reçete	0	%25	%75	+%1,5	+%18
44. reçete	0	%12,5	%87,5	+%1,5	+%18

Hazırlanan sırlı karo numuneleri laboratuar ortamında Protherm marka HLF60 model fırında 1050 ºC'de 330 dk pişirilmiştir. Pişirim sırasında uygulanan fırın rejimi Görsel 2'de sunulmuştur. Ardından da hazırlanan tüm sırlı karo numuneleri Altın Çini ve Seramik A.Ş'de bulunan endüstriyel duvar karosu pişirim fırınlarında 1050°C'de 30 dk pişirilmiştir.



Görsel 2. Laboratuar ortamında pişirim sırasında uygulanan fırın rejimi.

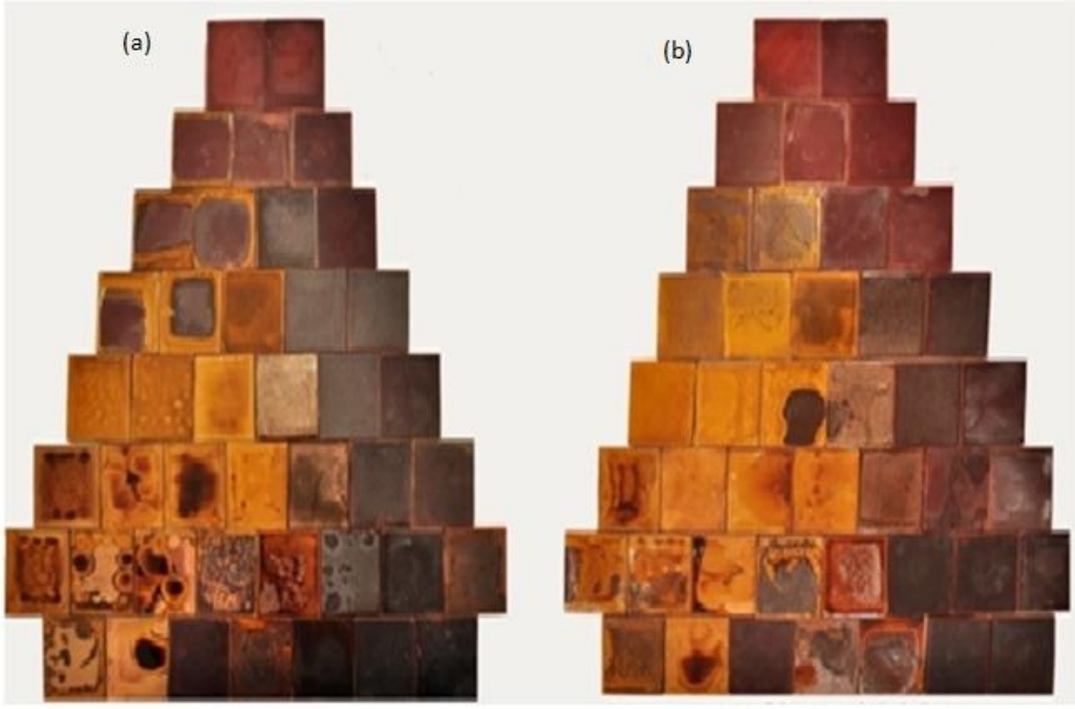
3'lü sır sisteminden yavaş ve hızlı pişirim sonrasında elde edilen sırlı karo ürünlerden en iyi sonuçları veren numuneler seçilerek (Çizelge 2) reçete karakterizasyon işlemleri yapılmıştır. Karakterizasyon sonrasında seçilen reçeteler üzerinde yeniden geliştirme yapılarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Pişmiş sırlı numunelerde yüzeyler Nikon A100m marka ve AZ-STDM modelli Polorize Optik mikroskop ile, faz gelişmeleri Rigaku marka ve Miniflex modelli X ışını kırınımı (XRD) ile, bağ uzunluğu ve bağ yapısı Bruker marka ve Alpha modelli Fourier Transform Infrared spektroskopisi (FTIR) ile karakterize edilmiştir.

Çizelge 2. Seçilen sır reçeteleri.

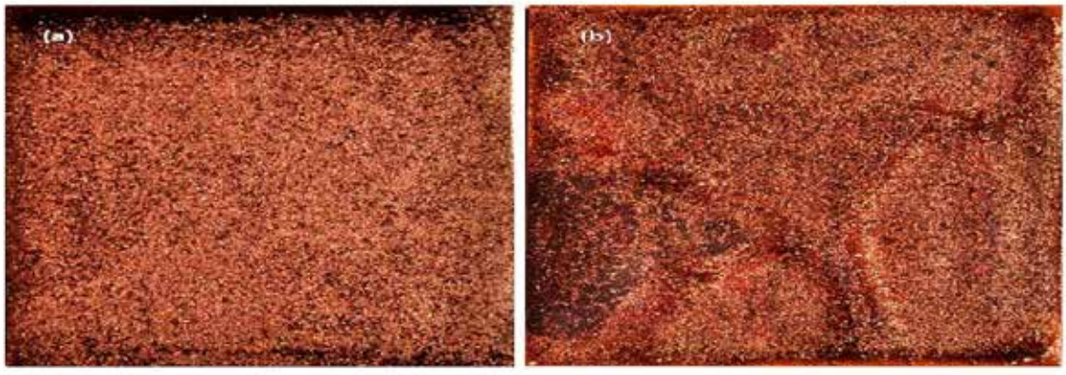
Hammadde	**Kuvars**	**Kalsine soda**	**Borik asit**	**Alümina**	**Fe_2O_3**
19.reçete	%37,5	%25	%37,5	+%1,5	+%18
33.reçete	%12,5	%37,5	%50	+%1,5	+%18
41.reçete	0	%50	%50	+%1,5	+%18

3. DENEY SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRME

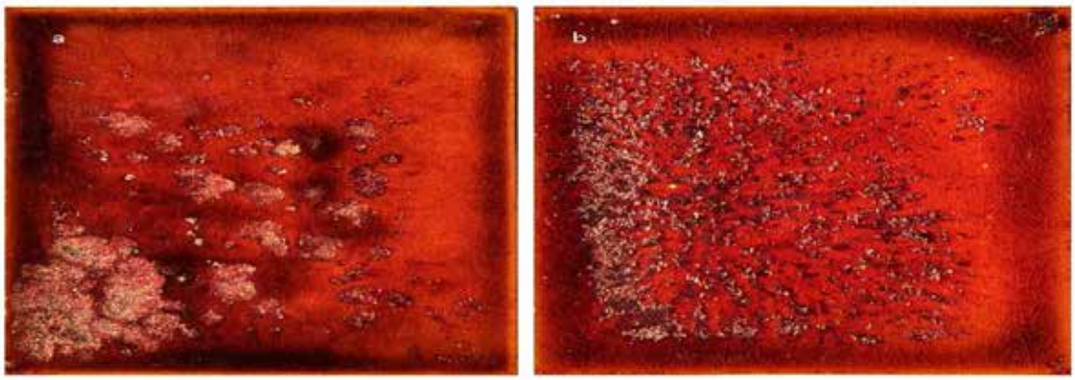
Reçete kompozisyonları Çizelge 1'de belirtilen reçetelerin hızlı ve yavaş pişirim sonrasındaki görünümleri Görsel 3'de sunulmuştur. Hızlı pişirim yer karoları (Fe_2O_3)-Na_2O-B_2O_3-SiO_2(Fe-NBS) sır sistemleri için Çizelge 2'de ki sır reçeteleri seçilmiştir. Hızlı pişirim yer karoları için (Fe_2O_3)-Na_2O-B_2O_3-SiO_2(Fe-NBS) temel sır araştırmasında kullanılan üçlü diyagramda yer alan sır karışımlarının pişirim sonuçları (Görsel 3'de) sonrasında Çizelge 2'de reçeteleri belirtilen seçili sır reçetelerinin görsel değerlendirmesi Görsel 4-6' da verilmiştir.



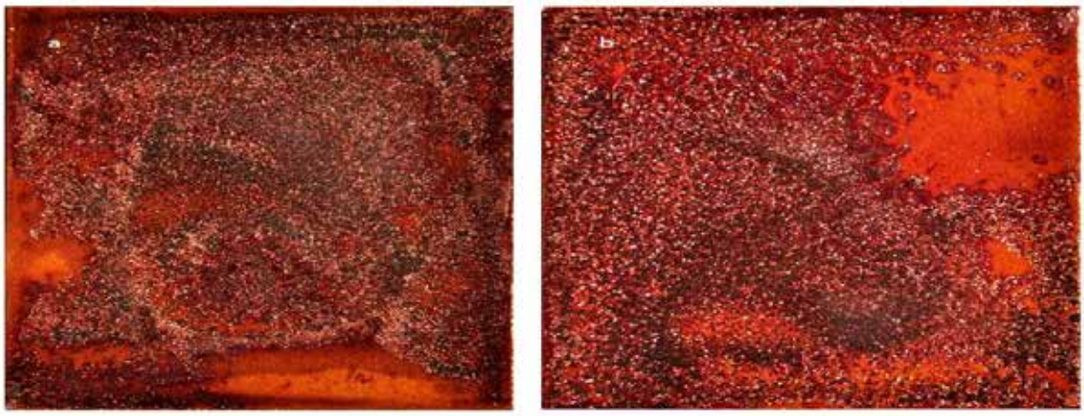
Görsel 3. (a) 1050°C'de hızlı, (b) 1050 °C'de yavaş pişirim



Görsel 4. (a) 19 numaralı reçete (hızlı pişirim) (b) 19. numaralı reçete (yavaş pişirim).

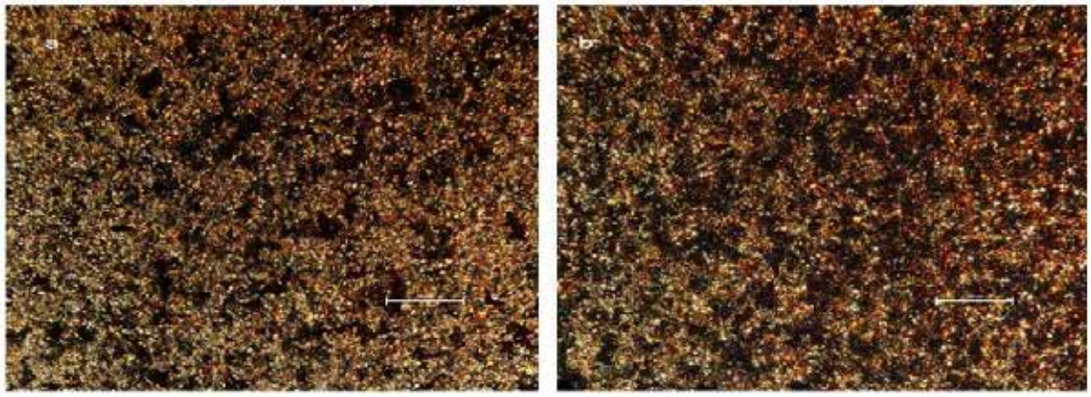


Görsel 5. (a) 33. numaralı reçete (hızlı pişirim) (b) 33. numaralı reçete (yavaş pişirim)

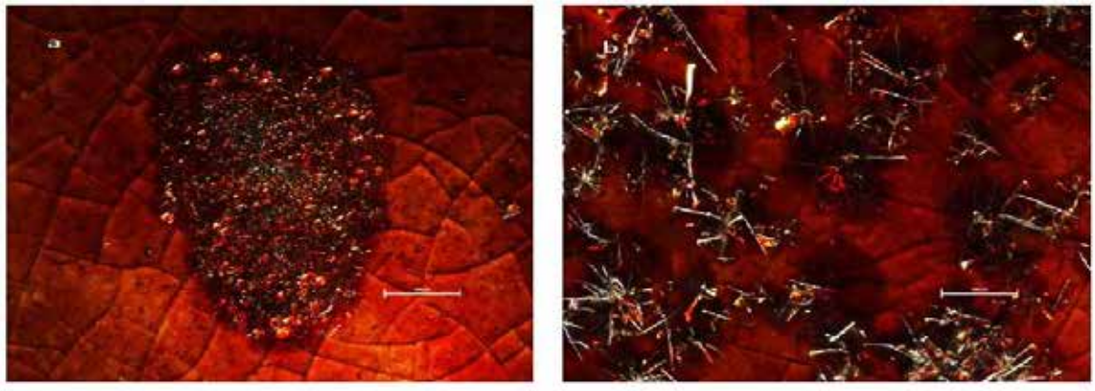


Görsel 6. (a) 41. numaralı reçete (hızlı pişirim) (b) 41. numaralı reçete (yavaş pişirim)

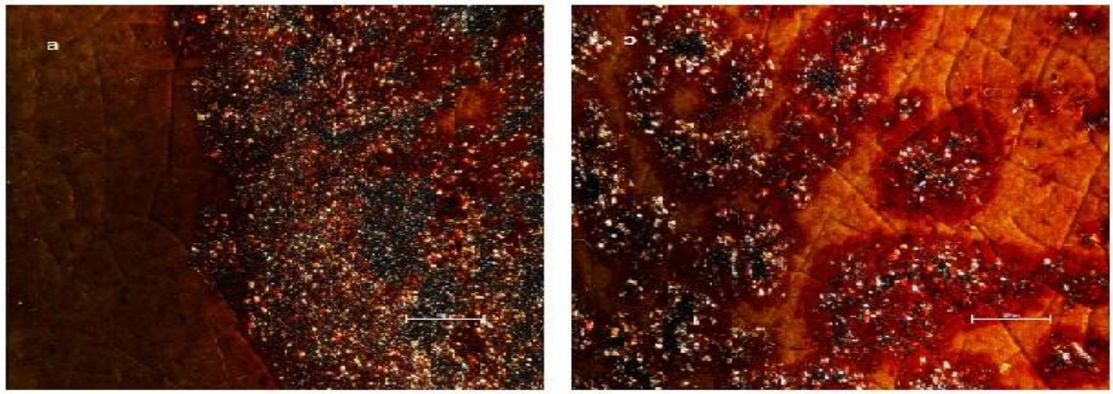
Görsel 4- 6'da sunulan seçili pişmiş sırlı numune yüzeylerine Nikon A100m marka ve AZ-STDM modelli polarize optik mikroskop uygulanması sonrasında Görsel 7-9' daki sonuçlar elde edilmiştir.



Görsel 7. (a) 19.Reçete hızlı pişirim, (b) yavaş pişirim optik mikroskop görüntüleri.



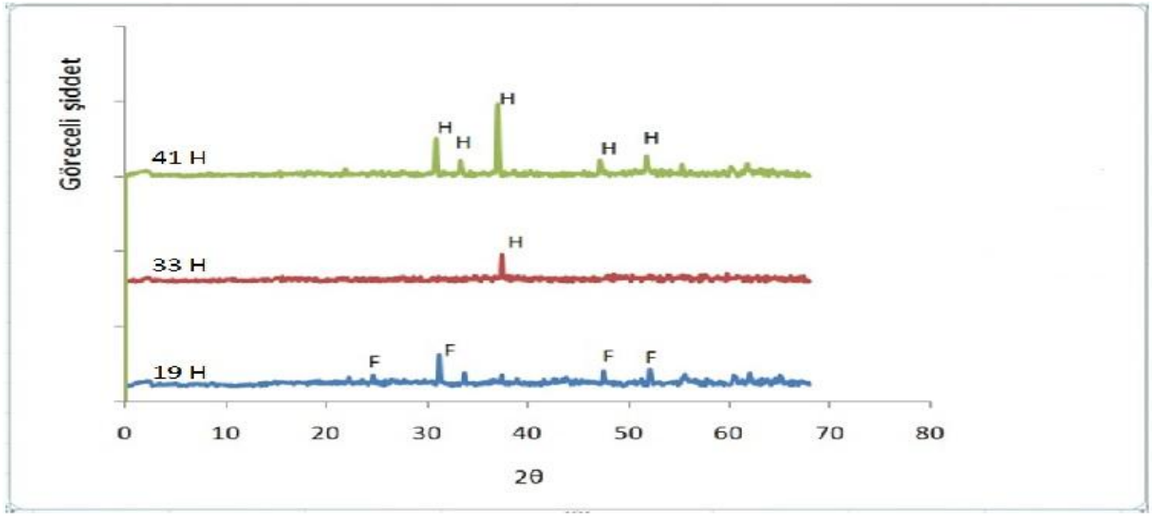
Görsel 8. (a)33**.** Reçete hızlı pişirim, (b)yavaş pişirim optik mikroskop görüntüleri.



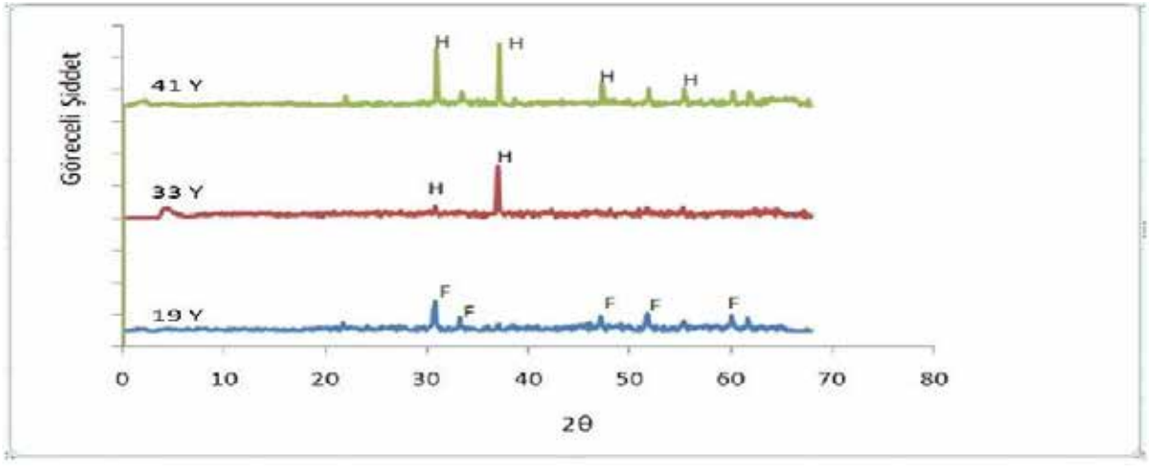
Görsel 9. (a) 41.Reçete hızlı pişirim, (b) yavaş pişirim optik mikroskop görüntüleri

Optik mikroskop sonuçları incelendiğinde 19. reçetede kristalleşmenin fazla olduğu aynı zamanda Fe-NBS renk verme etkisinin görülmediği ve camsı tabakanın oluşmadığı gözlemlenmiştir. 33 numaralı reçetede hızlı pişirimde kristalleşmenin camsı tabakanın altında olduğu fakat homojen miktarda dağılmadığı belirlenmiştir. Yavaş pişirimde ise daha iğnemsi bir kristallenme ve homojen dağılım söz konusudur. 41 numaralı reçetede her iki pişirimde de kristallenme camsı tabakanın altında olduğu fakat homojen dağılmadığı tespit edilmiştir.

Aynı reçetelerin faz gelişmeleri için Rigaku marka ve Miniflex modelli X ışını kırınımı (XRD) ile reçetelere faz analizi yapılmış ve sonuçlar Görsel 10 -11' de verilmiştir.



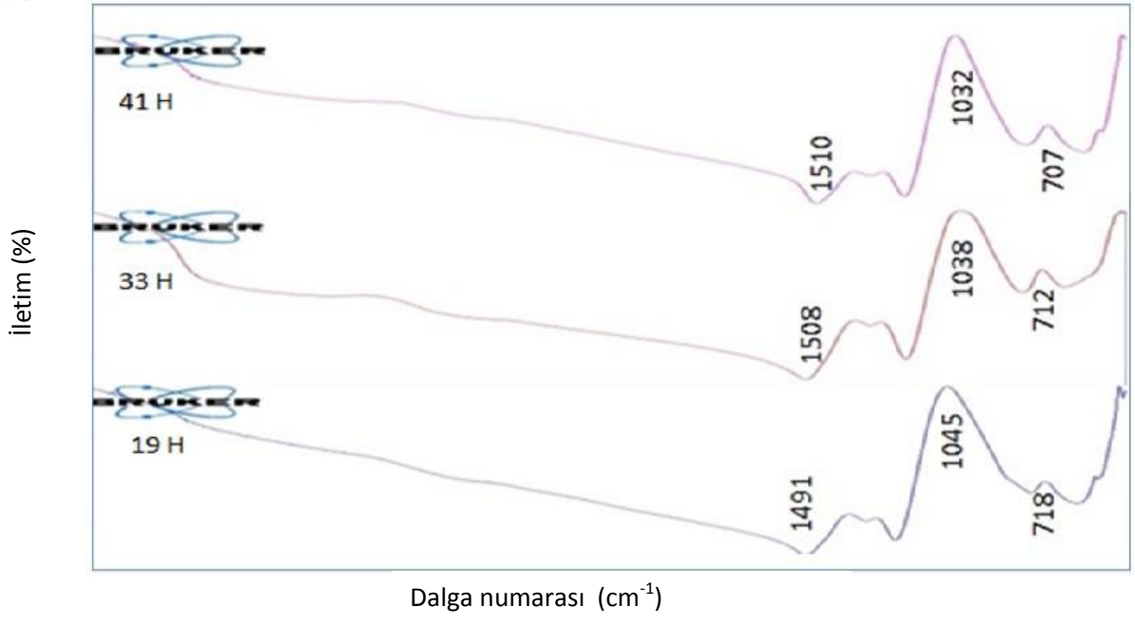
Görsel 10. Hızlı pişirim XRD sonuçları (H:Hematit, F:Demir oksit).



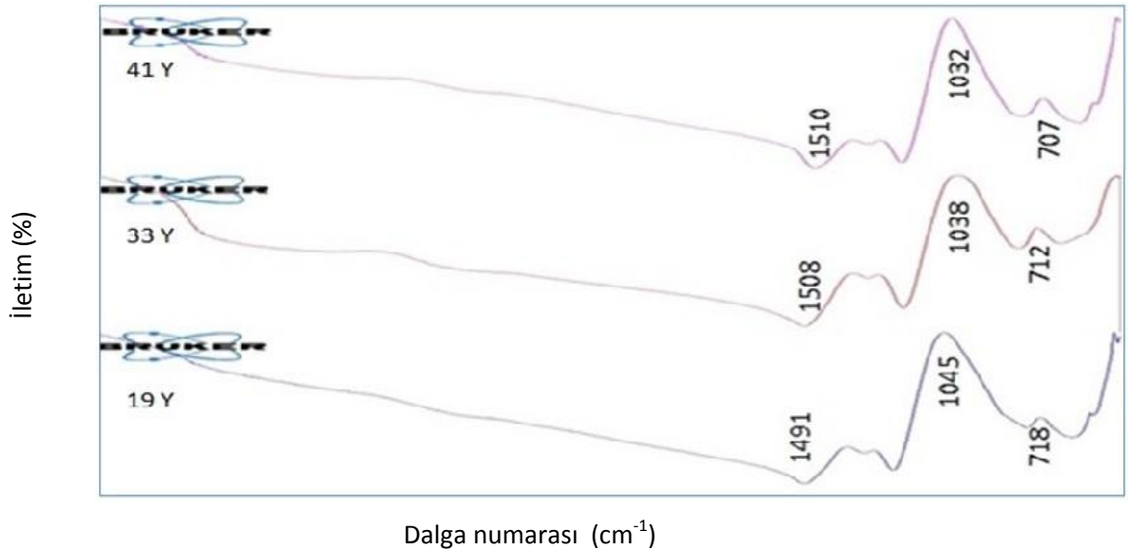
Görsel 11. Yavaş Pişirim XRD Sonuçları(H:Hematit, F:Demir Oksit).

XRD sonuçları incelendiğinde hızlı ve yavaş pişirim koşullarında benzer fazların oluştuğu tespit edilmiştir. Oluşan fazların hematit ve demir oksit olduğu belirlenmiştir. Ancak yavaş pişirimde hematit fazının oluşması için gereken sürenin daha uzun olması sebebiyle dolayısıyla hematit fazında pik şiddetinin daha fazla olduğu görülmektedir.

Seçilen 3 reçetenin bağ uzunluğu ve bağ yapısını değerlendirmek için pişmiş sırlı numunelere Bruker marka ve Alpha modelli Fourier transform infrared spektroskopisi (FTIR) uygulanmış sonuçlar Görsel 12-13'de verilmiştir.



Görsel 12.Hızlı pişirim FTIR sonuçları.



Görsel 13. Yavaş pişirim FTIR sonuçları.

FT-IR spektrokopisi ile farklı özelliğe sahip malzemelerin moleküler seviyedeki bağlarının çeşitliliği incelenerek XRD analizlerini desteklemek amacıyla kullanılmaktadır. Bu analiz malzemelerin Si-O-Si, Al-O, Fe-O bağlarını içeren farklı molekül yapılarını tanımlamak için kullanılan bir metottur. FTIR sonuçları incelendiğinde 750-700 cm^{-1} arası piklerin Si-O-Si bağı olduğu 1075-1030 cm^{-1} arası piklerin Fe-O titreşiminden kaynaklandığı gözlemlenmiştir.

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Yapılan çalışmalar sonucunda kuvars, kalsine soda, borik asit ve aluminadan oluşan seçilmiş reçetelerden 33 ve 41 numaralı reçetede hematit fazının meydana geldiği, 19 numaralı reçetede ise genel olarak demir oksit tespit edilmiştir. XRD piklerinin çizimi esnasında numaralı reçetede kuvars oranının diğer reçetelere göre daha fazla olması camsı fazın belirginliğinin 33 numaralı ve 41 numaralı reçetelerdeki camsı fazın oranına göre daha az olduğu saptanmıştır. Ayrıca 19 numaralı reçetede kuvars oranından kaynaklı kristalleşmelerin fazla olduğu belirlenmiştir. Sonuçta demir oksit bünyede, bakır rengi zemin üzerine kızıl kristaller halinde homojen biçimde dağılmıştır. Reçetelerdeki kuvars oranı azaltıldıkça kristalleşmenin de aynı oranda azaldığı söylenebilir. Optik mikroskop sonuçlarına göre ise 33 numaralı reçetede azaltılan kuvars, artan kalsine soda ve borik asit miktarı sebebi ile daha belirgin ve iğnemsi yapıda kristalleşmeler ortaya çıkmıştır. Burada kristal oluşumu yüzeye daha yakın bir şekilde meydana gelmiş tüm yüzeyin genelini kaplamaktan ziyade, kısmi bölgelere toplanarak oluşmuştur. Kristal oluşumu, hızlı pişirimde adacıklar halinde olurken, yavaş pişirimde yüzeye daha fazla yayılmış şekilde oldu küçük kristaller ve pulcuklar halindedir.

Ayrıca, 41 numaralı reçetede kuvars kullanılmadığından ve camsı fazın belirgin bir şekilde arttığı görülmüştür. Kristal yapı oluşmuş fakat belirginleşememiştir. Yine optik mikroskop sonuçlarına göre 33 numaralı reçetede borik asit oranından kaynaklı çatlakların daha fazla olduğu söylenebilir. 41 numaralı reçetede ise kuvars kullanılmadığı zaman çatlakların azaldığı tespit edilmiştir. Genel olarak borik asit suda çözünür bir hammadde olduğundan elde edilen yüzeylerde başarılı artistik efektler elde edilse de bor oksit kaybı göz

önünde bulundurularak bundan sonraki çalışmalarda bu sırların firitleştirilerek kullanılması önerilebilir.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde sağladığı katkılardan dolayı Kadir Öztaş'a, Dumlupınar Üniversitesi İleri Teknolojiler Merkezi (İLTEM) ve Altın Çini ve Seramik A.Ş. çalışanlarına teşekkür ederiz.

6. KAYNAKÇA

[1] https://tr.wikipedia.org/wiki/Karo

[2]http://www.basicsmines.com/dimensionstone/index.html

[3] Yamaner C., Akpınar S., *Bazı Bor Bileşiklerinin Sırda Ham Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması*, 2012.

[4]Fröberg L., *Factors Affecting Raw Glaze Properties*, Abo Akademi University, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Abo, Finland, 2007.

[5] Singer F.- German W.L., *Ceramic glazes*, Borax Consolidated Limited, London SWI, 1971.

[6] Kartal A.*, Sır ve Sırlama Tekniği*, Çizgi Matbaacılık Ltd. Şti. 1998.

[7] Kartal A. ve Gürtekin H., *Çeşitli Bor Hammaddelerinin Sırın Erime Davranışlarına Etkileri.* 1. Uluslararası Bor Sempozyumu, Kütahya. 2002.

USING OF SIMAV PEGMATITES IN CERAMIC

Veli Uz[1], Nihal Derin Coşkun[1*], Ali İssi[1], Ayşe Selcen Şahin[1], Bektaş Uz[2], Gürsel Yanık[3]

[1] Dumlupinar University, Materials Science and Engineering, Kütahya/Türkiye
[2]İstanbul Technical University, Geological Engineering, İstanbul/Türkiye
[3] Dumlupinar University, Geological Engineering, Kütahya/Türkiye

ABSTRACT

As an alternative to feldspars, pegmatites are used as raw material in the production of ceramic materials. In this study, geological survey of Simav / Kütahya regional pegmatites and utilization possibilities in ceramics sector were investigated. The mineralogy, petrography and chemical properties of the pegmatites were determined by the geological studies. In order to determine the ceramic properties of the pegmatites supplied from the region, the effects of stoneware on product properties at different ratios were investigated. According to the results of the studies, it was determined that it would be possible to use Simav Region pegmatites in different ceramic products according to albite and orthoclase contents and to use pegmatite instead of feldspar as a raw material source. However, it has been determined that the firing regime is effective on the product characteristics and that the heat regime must be adjusted according to the product.

Keywords: Simav Pegmatites, Ceramic, Feldspar

1.INTRODUCTION

Feldspars are generally used as main raw materials for ceramic products. They are raw materials with high Na_2O and K_2O content which enable the formation of the crystals that affect the formation of the glassy phase, bonding between the particles and physical properties during firing. However, the search for new raw material sources is important for the ceramic sector due to the decrease of clean raw materials with each passing day □1□. Pegmatites and syelines with nepheline are important sources of Na_2O and K_2O as alternatives to feldspar □2□. However, their use may be limited due to the minerals and the coloring pigment atoms they contain □3□. Pegmatites make up the most important group among the dykes bound to magmatic rocks. They have very large crystal particles and are rich in auxiliary minerals such as tourmaline, mica, beryl. Pegmatites are known as granitic or syenitic pegmatite if the magmatic rock is acidic, diorite or

gabro pegmatite if the magmatic rock is basic □4-5□. Pegmatites are cheap and advantageous materials for use in the ceramic sector in comparison with feldspars due to their high alkali ratio □6□. However, the use of pegmatites may be limited for white fired ceramic products due to their pigment atom content □7□. Studies on their use in melting and ceramic □8□ have been carried out and pegmatites may also be evaluated as a source of rare soil elements □9-10□. The objective of this study was to put forth the mineralogical, petrographic and ceramic properties of the pegmatites in the Külcü and Kusumlar regions located inside the Akdağ massive north of Simav (Kütahya) and to examine the ffects of pegmatite content and firing regime on the ceramic by adding different ratios to stoneware used as kitchen utensils and by firing at different kilns.

2. MATERIAL AND METHOD

Pegmatites located at the study area of Akdağ crystal and metamorphic massive north of Simav at Külcü and Kusumlar regions were subject to geological/structural analyses with regard to site as well as mineralogical-petrographic, chemical properties at the laboratory basis. The pegmatite samples obtained from the region were mixed and added to the ceramic recipe at ratios of 2.5-5-7.5 % and 10 %. Humidification was applied on the prepared recipe mixtures which were then left to wait for 24 hours in order to attain a homogeneous humidity after which they were passed through a 1mm sieve for granulation and formed in dimensions of 150×15×10mm. The formed samples were dried in the kiln until they reached fixed weight. The dried samples were then baked at a temperature of 1200°C in box, roller and tunnel type kilns. Analyses were carried out for the samples fired in three different ceramic product firing kilns for different durations. The chemical analyses of the pegmatite sample used and the recipe were carried out using Spectro X-Lab 2000 model XRF device. Malvern laser particle size measurement device was used for particle size analysis. The phase analyses of the samples were carried out using Rigaku- Rint 2000 (Japan) X-Ray Diffractometer (Cu-Kα,2θ 5-70º,2º/min). Phase analysis, firing shrinkage, firing strength, water absorption ratio and bulk density ratios of the fired samples were determined.

3. RESULTS

3.1. Geology and Minerology of Pegmatite

Pegmatites which make up the most important group of dykes bound to magmatic rocks have very large crystals and are rich in various auxiliary minerals (tourmaline, mica, beryl etc.) □13-14□. Pegmatites may be seen in very different forms in the field since their shape, size and continuity change depending on the structural and other properties of the massive they are bound to. Pegmatites are named as granitic or syenitic pegmatite if they have an acidic mineralogical structure or as diorite or gabro pegmatite if the mineralogical structure is basic depending on the magmatic

rock they are bound to. The study area includes two regions located north of the Simac district of the city of Kütahya including Külcü northwest of the Akdağ Massive and Kusumlar which is located southwest of the massive. The site location map indicating the study area has been given in Figure 1.

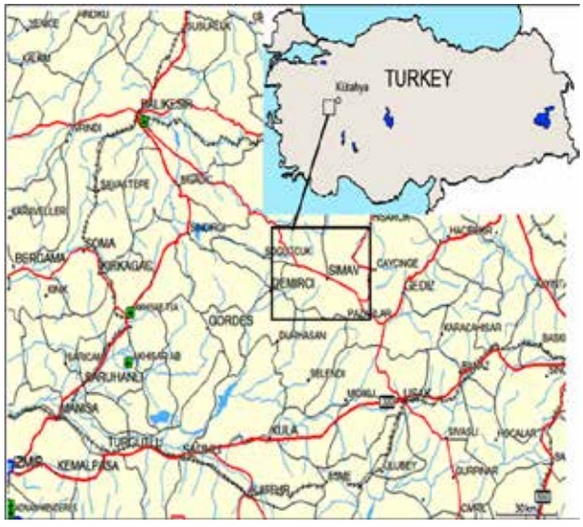


Figure 1. Site Location Map

The geological units at the Külcü region can be listed from the base upwards as;

- Migmatites
- Augen and banded gneiss
- Metamorphic rocks (Micaschist-quartzschists)
- Tectonic granites
- Young granites
- Volcano-Sedimanter Neogen series
- Volcanic series (Rhyolite, Rhyodacite-Dacite, Trachyte-Andesite-Basalt)
- Qaternary, aluvional deposits.

In addition, various dykes are also included in the form of aplite, lamprophyre, micro granite, volcanic seams and pegmatites. The properties of dykes obtained as a result of their examination under polarizing microscope have been given below.

Texture: Has different particles and orientation. Crumbling is observed in the particles. Crumbling (with deformation) is intense in large-medium-fine (mylonitic, decreased particle size) minerals.

Minerals

Quartz: Flat with small particles as lenses, 18-20 % ratio with re-crystallizations (tile sequence quartz/discordant quartz) with wavy blinking (property of quartz under pressure). Caused wear by covering the crumbled and large feldspars.

Feldspar: 30-35 % ratio, 1-3,5mm size, slightly pertitic, crumbled. Albitization is observed around the mineral.

Plagioclase: 20-25 % ratio, crumbled minerals with small particles, albite and polysynthetic twin and basicity -An 20-23 (oligoclase), sometimes wavy and

blinking (subject to cataclasm under pressure).
Biotite: 6-7 % ratio, crumbled fine grain minerals, oriented, altere (chlorite), pleochlorism changes from yellow green to brown green.
Muscovite: 10-12 % ratio, lenticular, flat shaped. Crystals have large particles with multiple fractures. Wavy and blinking.

Auxiliary Minerals
Turmaline: 8-10 % ratio, 3-4mm sized crystals, sparse fractures, distributed, pleochroic blue-treen tones and zoned.
Garnet: 4-5% ratio, sometimes with large particles, contains round, worn shaped quartz and biotitne occlusions (enclaves).
Apatite: 1% ratio, crystals of 0,5-6mm size with frequent crumbling
Opaque Mineral: Very low ratio, iron oxide type hematite, limonite shaped.

3.2. Chemical properties of pegmatite

The chemical analyses of the systematic samples obtained from the Simav Region pegmatites have been shown in Table 1. Accordingly, the total alkaline ratio in Külcü pegmatites varies between 5-8%. Total alkaline (Na_2O+K_2O) values for Kusumlar region pegmatites vary between 9,5-12%, whereas total iron oxide (Fe_2O_3) shows very low values around 0,13%. Kusumlar region pegmatites contain more alkaline (maximum 12 %) in comparison with those of the Külcü Region whereas they contain less total iron.

Table 1. Chemical analysis average values for Simav Pegmatites

Bölge	Oksitler, %									
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	K.K	Toplam
Külcü	73.63	14.25	0.42	0.04	2.62	0.16	4.17	2.68	1.08	99.05
	73.47	14.96	0.19	0.06	2.78	0.19	3.71	2.64	1.14	99.14
Kusumlar	72.57	14.42	0.05	0.01	0.14	0.03	1.71	10.15	0.52	99.60
	73.94	13.99	0.11	0.03	0.80	0.10	2.44	7.09	0.83	99.33
	71.95	15.11	0.13	0.03	0.64	0.06	2.57	8.42	0.87	99.78

3.3. The Use of Pegmatite in Ceramic Products

Pegmatite samples obtained homogeneously from the field were added to the stoneware recipe. The particle size distribution for the pegmatite added stoneware recipe has been given in Figure 2. It was

observed in the particle size distribution that 10 % of the particles were below 0.78 µm, 75% were below 19.95 µm, 90% were below 59.93 µm and 100% were below 180 µm.

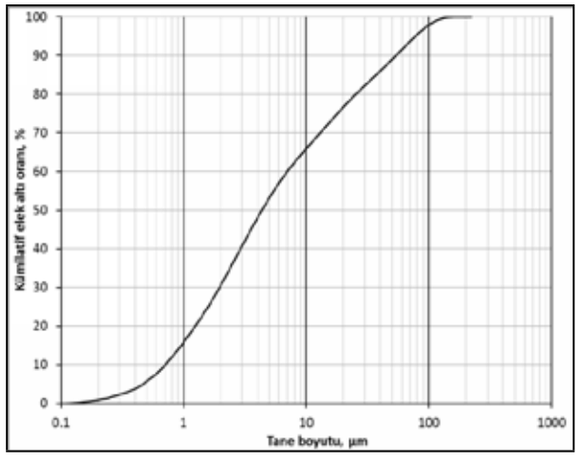


Figure 2. Particle size distribution of the prepared recipe

The chemical analyses for pegmatite, stoneware without additive and stoneware with pegmatite additive have been given in Table 2. SiO_2, K_2O oxides increase with increasing pegmatite addition. However, it was observed as a result of the chemical analyses that the oxide ratios increase distinctively with increasing pegmatite ratios which indicates that high amounts of pegmatite addition should be made. Recipes prepared without additive and with pegmatite additive were fired in different kilns and the effects of the firing regime were examined. Three different kilns were used for firing. Samples with RF code are those that have been fired in the roller kiln, BF coding was used for box type kiln and TF coding was used for tunnel kiln firing. Firing peak temperature was kept constant at 1200°C for all three kilns and only the firing times changed. Firing was carried out for a total of two hours in the roller kiln, 9 hours in the box type kiln and 17 hours in the tunnel kiln.

Table 2. Chemical analyses of the recipes

Oxide	Recipe	Pegmatite	Pegmatite Addition Ratio, %			
			2.5	5	7.5	10
SiO_2	64,38	72,81	64,59	64,80	65,01	65,22
Al_2O_3	16,24	14,64	16,2	16,2	16,10	16,10
Fe_2O_3	1,15	0,15	1,13	1,10	1,08	1,05
CaO	4,60	0,95	4,51	4,42	4,33	4,24
MgO	0,14	0,07	0,14	0,14	0,14	0,13
Na_2O	0,01	2,70	0,08	0,14	0,21	0,28
K_2O	1,09	7,43	1,25	1,41	1,57	1,72
TiO_2	0,71	0,03	0,69	0,68	0,66	0,64
SO_3	0,30	-	0,29	0,29	0,28	0,27

LOI	11,38	0,60	11,11	10,84	10,57	10,30

Accordingly, the effects of kiln type and firing times on the physico-mechanical properties and phase development of the samples were put forth. Samples with highest fired strength were those fired in box type kiln. Strengths increased up to 5 % pegmatite additive ratio after which they decreased. The strength values of samples fired in the other kiln increased up to 7.5% pegmatite addition ratio after which they decreased. Whereas the lowest strengths were observed in samples fired in roller kiln (Figure 3).

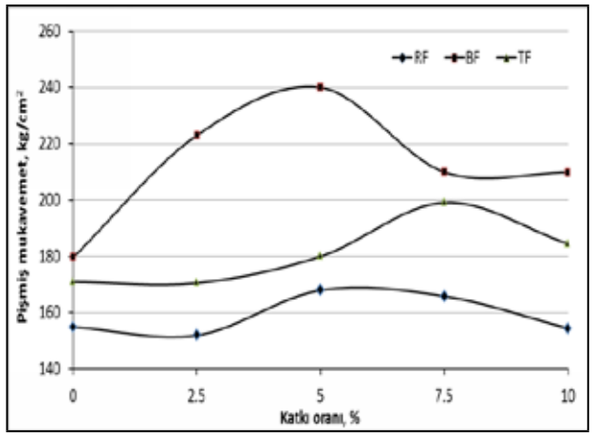


Figure 3. Fired strength values

Highest water absorption rates were observed in samples fired in roller kiln. This indicates that sintering is not sufficient and is supported by the fact that strength is lower in samples fired in the roller kiln. The slight tendency of increase in water absorption in samples fired in roller kiln upon addition of 5% pegmatite indicates that the pegmatite addition cannot melt due to the kiln regime and that it is not effective on water absorption and strengths. The lowest water absorption values were observed in samples fired in box type kiln. The fact that the water absorption values of samples fired in box and tunnel kiln at increasing pegmatite ratios in addition to an increasing tendency in strengths indicate that more pegmatite addition will be more effective (Figure 4).

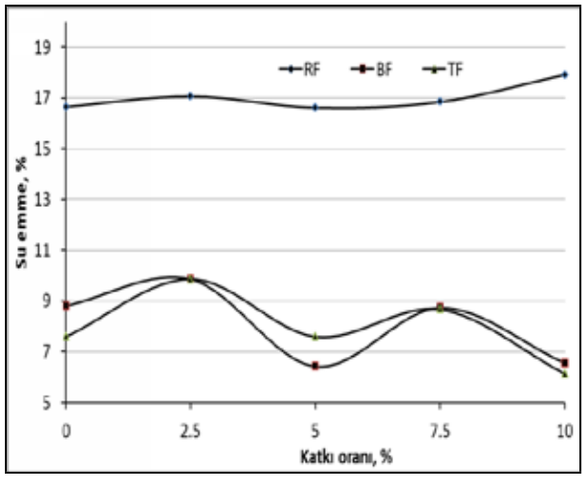


Figure 4. Water absorption values for samples with and without additive

Fired bulk densities of samples fired in the box kiln with the highest strength and lowest water absorption values were higher in comparison with other firing conditions (Figure 5). This indicates that the samples fired in box kiln thicken and that pegmatites melt upon particle-particle interaction thereby increasing strength and decreasing water absorption. High water absorption values in samples fired rapidly in the roller kiln in addition to the fact that density is lower in comparison with other samples indicate that firing products do not thicken and that there is not sufficient time for particle-particle interaction. A decrease in bulk density was observed upon 5 % pegmatite addition indicating that pegmatite cannot melt upon increasing pegmatite addition thereby remaining as it is similar to quartz thereby resulting in a decrease in strengths, increase in water absorption and failure to fully fill the pores with sufficient glassy phase as well as a decrease in fired bulk density due to insufficient particle-particle interaction.

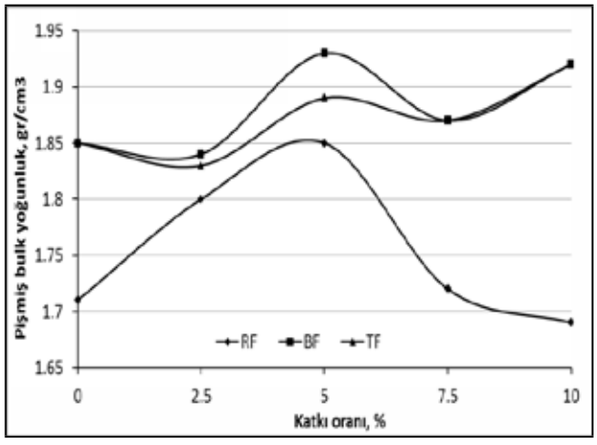


Figure 5. Fired bulk density values

Brightness value of L* was maximum in roller firing for fired samples. L* samples were close to each other in samples fired in box and tunnel kilns. However, the L* values of samples fired in box kilns are greater in comparison with those of the

samples fired in tunnel kiln. L* values did not differ significantly with increasing pegmatite ratio (Figure 6). It was determined that color values did not worsen with increasing pegmatite addition rates which will not result in any adverse effect on product color and quality and hence it will be suitable for use.

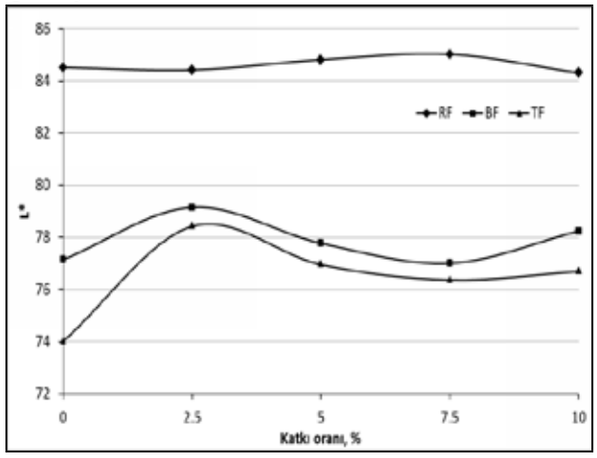


Figure 6. L* values of samples with and without additive

Color coordinate values are represented as +a (redness) and –a (greenness). The lowest a* value according to kiln difference was observed in samples fired in roller kiln, whereas the highest a* value was observed in samples fired in tunnel kiln. The a* value increased upon addition of 2.5% pegmatite but the increase did not take place parallel to significantly increasing pegmatite ratios (Figure 7).

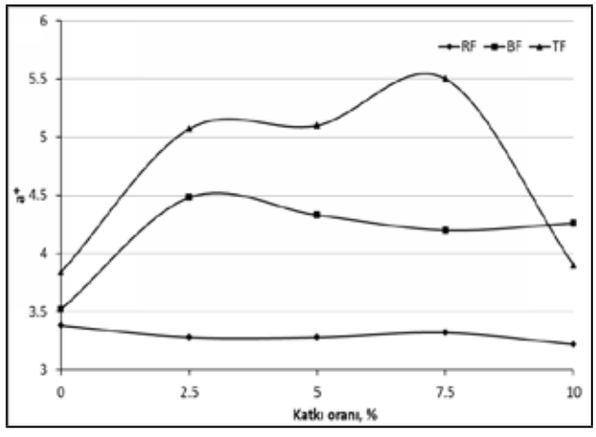


Figure 7. a* color coordinate values

Color coordinates are represented as +b (yellowness) and –b (blueness). The lowest b* value was observed in samples fired in roller kiln, whereas the highest b* value was observed in samples fired in tunnel kiln. The b* value increased upon addition of 2.5% pegmatite but the increase did not take place parallel to significantly increasing pegmatite ratios (Figure 8).

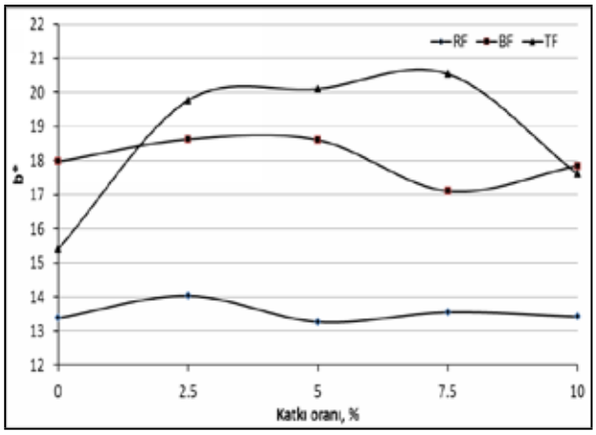


Figure 8. b* color coordinate value

Quartz, feldspar (anortite+albite+orthoclase), mullite and crystobalite phases were determined for all samples of stoneware recipes with pegmatite addition fired in different kilns. The X-Ray diffraction patterns indicating the phase analysis of samples fired in roller kiln have been given in Figure 9. It was observed that significant changes did not occur in phases in the product fired with increasing pegmatite ratio.

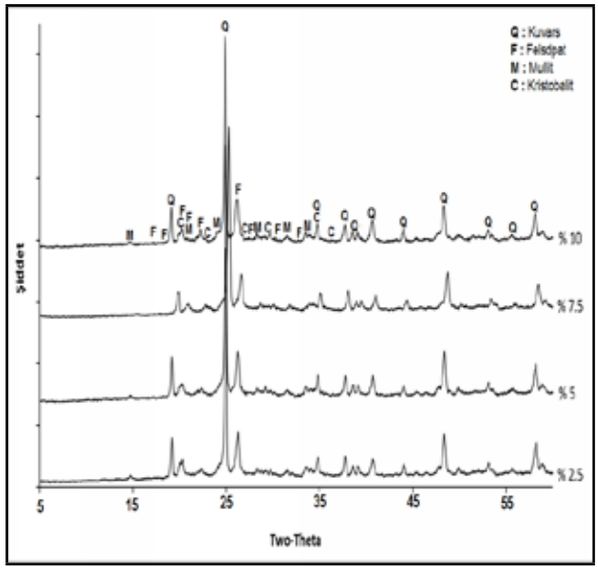


Figure 9. XRD patterns for samples fired in roller kiln

The X-Ray diffraction patterns for samples fired in box type kiln have been given in Figure 10. Intensity of the feldspar peaks increase with increasing pegmatite addition whereas the intensity of the crystobalite peaks decrease. The feldspar and crystobalite peaks of samples fired in box type kiln are more intensive in comparison with those fired in roller kiln. This indicates that box type kiln is more effective in the development of the phases that are generated during firing as well as sintering.

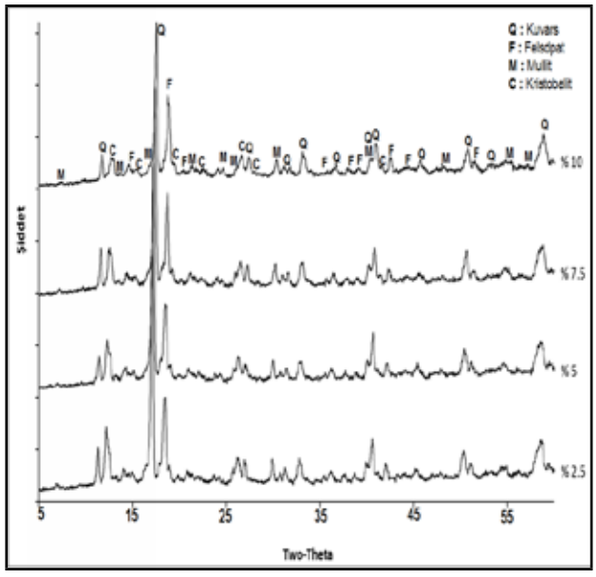


Figure 10. XRD patterns of samples fired in box kiln

X-Ray diffraction patterns of samples fired in tunnel kiln have been shown in Figure 11. Crystobalite peak intensity increases with increasing pegmatite addition. Intensity of the feldspar peaks also increase with increasing pegmatite ratio.

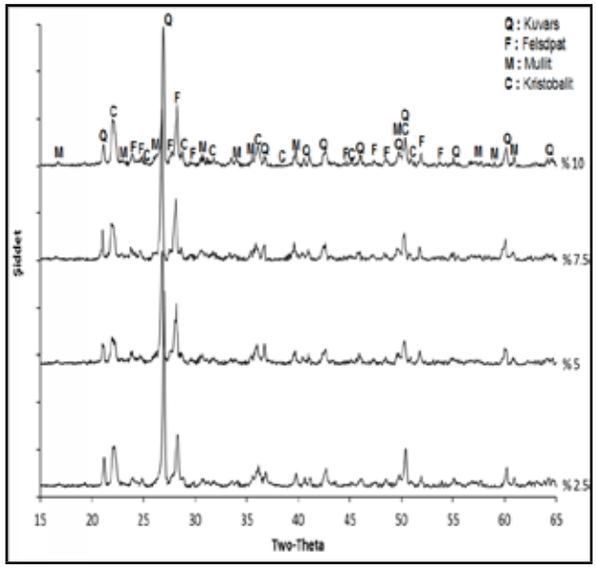


Figure 11. XRD patterns of samples fired in tunnel kiln

Intensity of the crystobalite peaks increase with increasing firing time according to the phase analysis of the fired samples. Feldspar phases are greater in other firing conditions in comparison with samples fired with roller kiln. It was determined that there is not sufficient time in rapid firing for the melting of pegmatite and for pegmatite to enter into a reaction and that firing time is important for phase development.

4. DISCUSSION AND CONCLUSION

Na_2O+K_2O total in chemical content of Simav pegmatites is 5-12% which makes it possible to use it in ceramics as melter. The total alkaline ratio in Külcü pegmatites varied between 5-7 %, whereas the total alkaline (Na_2O+K_2O) values in Kusumlar region pegmatites varied between 9-12 %. The fact that total iron oxide (Fe_2O_3) was below 0,5% indicates that pegmatites will not affect the color significantly in ceramic products and that it can be used. Külcü region pegmatites are those among micaschists with turmaline (+garnet) and mineralogical total alkaline (potassium+sodium) ratios of 32-43%. Kusumlar region pegmatites are those with total alkaline (orthose+plagioclase) ratios at mineralogical modal rates between 50-60%. This indicates that it can be used as feldspar source which is in demand for the ceramic sector. It was determined according to the feldspar type used in Simav Region pegmatites that regional albite or orthoclase mineral requirement may be met from this region. Pegmatite has to be preferred from the Simav Region as selective albite or orthoclase mineral according to the firing temperature of the ceramic to be used as well as the desired properties. It was determined that pegmatites may be used as an alternative to feldspars since they do not have any adverse effects on the color of ceramic products. It was determined that product quality may be increased by using pegmatites more in the recipe of products for which low water absorption and high strength is required and that the use of pegmatite should be determined per product basis according to the kiln usage conditions of each business. In addition, it was observed that firing duration should be taken into consideration for adjusting the firing regime for products with pegmatite additive in order to enhance the product properties. The thermal behavior of the ceramic recipes should be determined for determining the firing temperature intervals at which pegmatites can be used in ceramic products. In addition, it was also determined that glaze-masse thermal expansion coefficients should be well adjusted due to the crystobalite formation after firing in the recipe used in this study. The need for optimizing the raw material mixture ratios of the recipe was observed in order to prevent crystobalite formation. It was determined that Simav region pegmatites may be used as a cheaper raw material in many ceramic products if their use in different ceramic products with different mineral content is examined.

5.KAYNAKÇA

[1] Al-Marzouki, H. M. H., Jeffery, C., Khater, G. A., Evaluation of Saudi Pegmatite Anditsuse in Porcelainindustry, Processingand Application of Ceramics, 6-3, 133-140, 2012.

[2] Adekeye, J. I. D., Adedoyin, A.D., Economic Potentials of The Pegmatites of Eruku Area, International Journal of Eart Sciences, 2, 1-6, 2007.

[3] Saklar, S., Oktay, C., Karadeniz, M., Gürsu, S., *Feldspar Beneficiation From Manisa Alaşehir Pegmatites*,

International Mining Congress and Exhibition of Turkey, ISBN 975-395-605-3, 2003.

[4] Wise, M. A., Brown, C.D., Mineral Chemistry, Petrology and Geochemistry of The Sebago Granite-Pegmatite System, Journal of Geosciences, 55, 3-26, 2010.

[5] Androne, D. A. M., Dorohoı, D.O., Simpu, D., Physical Methods of Identification of The Feldspars From Granitic Pegmatites, Journal of Physics: Condensed Matter, 53-1-2, 279-286, 2008.

[6] Akinola, O., Okunlola, O.A., Obasi, R.A., Physico-Chemical Characteristic Sandin Dustrial Potentials of Lepidolite From Ljero-Aramoko Pegmatite Field, International Journal of Scientific & Technology Research, 3, 278-284, 2014.

[7] Çelik, M. S., Pehlivanoglu, B., Aslanbaş, A., Asmatulu, R., Flotation of Colored Impurities From Feldsparores, Minerals and Metallurgical Processing, Vol.18, No.2,101-105, 2001.

[8] Galliski, M. A., The Pampean Pegmatıte Provınce, Estudosgeo Logicos, 19-2,30-34, 2009.

[9] Leite, J. Y. P., Araujo, F. S. D., Nobre, L. L. S., Pinheiro, V. S., Silva, J. P. P., Dantas, A. P. A., Characterization of Pegmatoid From Dimension Stone Stailings For Application as Ceramic Raw Material, Journal of Chemical&Engineering, 8, 260-264, 2014.

[10] Murariu, T., Raileanu, M., Rare Alkali Metal Lithium From Granitic Pegmatites as Metallogeneticin Dicator For Therare Elements, Europe an Journal of Mineralogy, 82, 212-216, 2006.

[11] Minnaar, H., Theart, H. F. J., The exploitability of Pegmatite Deposits in The Lower Orange River Area, South African Journal of Geology, 109,341-352, 2006.

[12] Neiva, M. R., Distribution of Trace Elements in Feldspars Graniti Caplites and Pegmatites From Alijo-Sanfins, Northern Portugal, Mineralogical Magazine, Vol.59,35-45, 1995.

[13] Uz, B., Akdağ Masifinde (Simav-Kütahya) Yeşil Şistlerin Kökensel İncelenmesi, Jeoloji Mühendisleri Odası Yayın Organı, Sayı 23, 21-30, 1985.

[14] Uz, B., Les Formations Metamorphiques et Granitiques Du Massif Ancien d'Akdağ et Leur Couverture Volcanosedimentaire, These de Doctorat. Univ. Nancy, Fac. Sciences, 1973.

SİMAV PEGMATİTLERİNİN SERAMİKTE KULLANIMI

Veli Uz[1], Nihal Derin Coşkun[1*], Ali İssi[1], Ayşe Selcen Şahin[1], Bektaş Uz[2], Gürsel Yanık[3]

[1]Dumlupınar Üniversitesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği, Kütahya/Türkiye
[2]İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği, İstanbul/Türkiye
[3]Dumlupınar Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği, Kütahya/Türkiye

ÖZET

Feldspatlara alternatif olarak seramik malzeme üretiminde pegmatitler hammadde kaynağı olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada Simav/Kütahya yöresi pegmatitlerinin jeolojik araştırması ve seramik sektöründe kullanım olanakları araştırılmıştır. Yapılan jeolojik çalışmalar ile bu çalışmaya konu olan pegmatitlerin mineralojisi, petrografisi ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Bölgeden temin edilen pegmatitlerin seramiksel özelliklerini belirlemek amacıyla stoneware bünyeye farklı oranlarda ilavelerle ürün özelliklerine olan etkisi incelenmiştir. Yapılan çalışmaların sonuçlarına göre Simav Yöresi pegmatitlerinin albit ve ortoklaz içeriğine göre farklı seramik ürünlerde kullanımının mümkün olacağı ve hammadde kaynağı olarak feldispat yerine pegmatit kullanımının mümkün olduğu belirlenmiştir. Ancak pişirme rejiminin ürün özelliklerinde etkili olduğu, ürüne göre ısı rejiminin ayarlanması gerektiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Simav Pegmatit, Seramik, Feldispat

1. GİRİŞ

Feldspatlar geleneksel seramik ürünlerde ana hammaddelerdendir. Pişirme sırasında camsı faz oluşumu ile taneler arası bağlanmayı ve fiziksel özellikleri etkileyen kristallerin oluşumunu sağlayan Na_2O ve K_2O içeriği yüksek hammaddelerdir. Ancak her geçen gün temiz hammadde kaynaklarının azalması nedeniyle yeni hammadde kaynakları arayışı seramik sektöründe önemlidir [1]. Feldispatlara alternatif olarak pegmatitler ve nefelinli siyenitler önemli bir Na_2O ve K_2O kaynağıdır [2]. Ancak içerdikleri mineraller ve renk veren pigment atomlar nedeniyle kullanımları kısıtlı olabilmektedir [3]. Pegmatitler magmatik kayaçlara bağlı damar kayaçlarının en önemli grubudur. Çok iri kristal taneli ve bazı turmalin, mika, beril gibi tali minerallerce zengindir. Pegmatitler, magmatik kayacın asidik olması halinde granitik veya siyenitik pegmatit, bazik ise diyorit veya gabro pegmatit olarak isimlendirilirler [4-5]. Pegmatitlerin içeriğindeki yüksek alkali oranı nedeniyle seramik sektöründe kullanımı feldispatlara alternatif daha ucuz avantajlı malzemedir [6]. Ancak pegmatitlerin içeriğindeki pigment atomları nedeniyle beyaz pişen seramik ürünlerde kullanımı sınırlı olmaktadır [7]. Ergime ve seramikte kullanımı üzerine yapılan çalışmalar [8] yanında pegmatitler aynı zamanda nadir

toprak element kaynağı olarak da değerlendirilebilmektedir [9-10]. Bu çalışmanın amacı, Simav'ın kuzeyinde, Akdağ masifi içinde bulunan Külcü ve Kusumlar bölgelerinde yer alan pegmatitlerin mineralojik, petrografik ve seramiksel özelliklerinin ortaya konması ve mutfak eşyası olarak kullanılan stoneware bünyeye farklı oranlarda ilave edilerek farklı fırınlarda pişirilerek pegmatit katkısının ve pişirme rejiminin seramik bünyeye etkilerinin araştırılmasıdır.

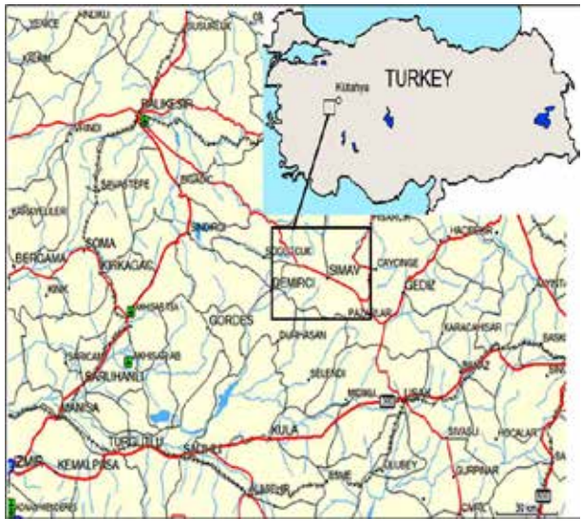
2. MATERYAL VE METHOD

İnceleme alanı Simav'ın kuzeyi, Akdağ kristalin ve metamorfik masifi, Külcü ve Kusumlar bölgelerinde yer alan pegmatitlerin saha bazında jeolojik/yapısal açıdan ve laboratuar bazında mineralojik, petrografik ve kimyasal özellikleri açısından değerlendirilmiştir. Bölgeden alınan pegmatit örnekleri karıştırılarak stoneware seramik reçetesine %2,5-5-7,5 ve %10 oranlarında ilave edilmiştir. Hazırlanan reçete karışımlarına nemlendirme yapılarak homojen nem dağılımı sağlanması için 24 saat bekletilen karışımlar 1mm'lik elekten elenerek granül yapılmış ve 150×15×10mm boyutlarında şekillendirilmiştir. Şekillendirilen örnekler etüvde sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuştur. Kurutulan örnekler daha sonra farklı fırınlarda pişirilmiştir. Pegmatit katkılı örnekler 1200°C sıcaklıkta kamara tipi, roller ve tünel fırında pişirilmiştir. Üç farklı seramik ürün pişirme fırınında farklı sürelerde pişirilen örneklerin analizleri yapılmıştır. Kullanılan pegmatit örneği ve reçetenin kimyasal analizleri Spectro X-Lab 2000 model XRF cihazında yapılmıştır. Tane boyut analizinde Malvern lazer tane boyut ölçüm cihazı kullanılmıştır. Örneklerin faz analizleri Rigaku- Rint 2000 (Japan) X-Işınları Diffraktometresinde (Cu-Kα,2θ 5-70º,2º/dak) yapılmıştır. Pişirilen örneklerin faz analizi, pişme küçülmesi, pişme mukavemeti, su emme oranı ve bulk yoğunluk oranı belirlenmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Pegmatitin Jeolojisi ve Mineralojisi

Magmatik kayaçlara bağlı damar kayaçlarının en önemli grubunu oluşturan pegmatitler, çok iri kristal taneli ve bazı tali minerallerce (turmalin, mika, beril gibi) zengindir [13-14]. Pegmatitler; şekil, boyut ve devamlılıkları, ilişkili masifin yapısal ve diğer özelliklerine bağlı değişim gösterdiğinden sahada çok farklı formlarda görülebilirler. Pegmatitler, magmatik kayaca bağlı olarak asit bileşimli mineralojik yapıda ise granitik veya siyenitik pegmatit, bazik bileşimli ise diyorit veya gabro pegmatit olarak adlandırılırlar. İnceleme alanı Kütahya ilinin Simav ilçesi kuzeyinde yer alan, Akdağ Masifinin kuzeydoğusun da Külcü ve güneybatısında bulunan Kusumlar olmak üzere iki bölgeyi içerir. İnceleme alanının yerini gösteren yer bulduru haritası Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Yer Bulduru Haritası

Külcü bölgesindeki jeolojik birimler tabandan üste doğru olmak üzere;

- Migmatitler
- Gözlü ve bantlı gnayslar
- Metamorfik kayaçlar (Mikaşist-kuvarşistler)
- Tektonik granitler
- Genç granitler
- Volkano-Sedimanter Neojen seri
- Volkanik seri (Riyolit, Riyodasit-Dasit, Trakit-Andezit-Bazalt)
- Kuvaterner, alüvyonel çökeller şeklindedir.

Ayrıca bunlara ek olarak aplit, lamprofir, mikro granit, volkanik damarlar ve pegmatitler şeklinde damar kayaçları bulunmaktadır. Damar kayaçlarının polarizan mikroskopta incelenmeleri sonucu elde edilen özellikleri aşağıda verilmiştir.

Doku: Farklı taneli ve yönlüdür. Tanelerde kırıklanmalar görülür. İri-orta-ince (milonitik, tane boyutu küçülmüş) minerallerde kırıklanmalar (deformasyonlu) yoğundur.

Mineraller

Kuvars: %18-20 oranında, yassı ve küçük taneli mercekler halinde, bazen yeniden kristalleşmeler (kiremit dizisi kuvars/diskordan kuvars) ve dalgalı yanıp sönmeler gösterir (Basınç altında kalan kuvarsların özelliği). Kırıklanmış ve iri feldspatların çevresini kuşatarak aşındırmalara neden olmuştur.

Feldspat: %30-35 oranında,1-3,5mm boyutlu, hafif pertitik, kırıklanmıştır. Mineral çevresinde albitleşmelere rastlanır.

Plajioklas: %20-25 oranında, kırıklanmış küçük taneli mineraller, albit ve polisentetikikizli ve bazikliği-An 20-23 (oligoklas), bazen dalgalı yanıp sönmelidir (basınç altında kataklazm geçirmiştir).

Biotit: %6-7 oranında, kırıklanmış ince taneli mineraller, yönlü, altere (klorit), plökroizma sarı yeşilden kahve yeşile doğru değişir.
Muskovit: %10-12 oranında, merceksel, yassı şekilli. Kristaller iri taneli, çok kırıklıdır. Bükülme ve kırıklanmalar gösterir. Dalgalı yanıp sönmelidir.
Tali Mineraller
Turmalin: %8-10 oranında, 3-4mm boyutlu kristaller, bazen kırıklı, dağılmış, plökroik mavi-yeşil tonlarda ve zonludur.
Gröna: %4-5 oranında, bazen iri taneli, yuvarlak, aşınmış şekillerde kuvars ve biotitinklüzyonları (kapanımları) içerir.
Apatit: %1 oranında, 0,5-6mm boyutlu kristaller bazen kırıklanmalar içerir.
Opak Mineral: Çok az oranda, demir oksit türü hematit, limonit şeklindedir.

3.2. Pegmatitin kimyasal özellikleri

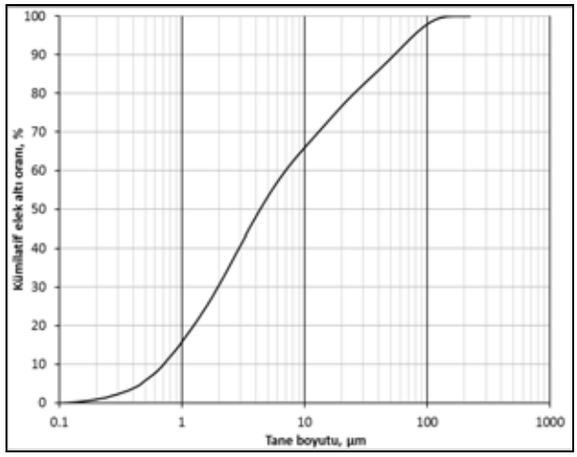
Simav Bölgesi pegmatitlerinden alınan sistematik örneklerin kimyasal analizleri Çizelge 1'de verilmiştir. Buna göre Külcü pegmatitlerinde toplam alkali oranı %5-8 aralığındadır. Kusumlar bölgesi pegmatitlerinde toplam alkali (Na_2O+K_2O) değerleri, %9,5-12 arasında, toplam demir oksit (Fe_2O_3) ise %0,13 civarında çok düşük değerler göstermektedir. Kusumlar bölgesi pegmatitleri, Külcü Bölgesi'ne oranla daha yüksek alkalin (maksimum %12), buna karşılık daha düşük toplam demir içermektedir.

Çizelge 1.Simav Pegmatitlerinin kimyasal analiz ortalama değerleri

Bölge	Oksitler, %									
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	K.K	Toplam
Külcü	73.63	14.25	0.42	0.04	2.62	0.16	4.17	2.68	1.08	99.05
	73.47	14.96	0.19	0.06	2.78	0.19	3.71	2.64	1.14	99.14
Kusumlar	72.57	14.42	0.05	0.01	0.14	0.03	1.71	10.15	0.52	99.60
	73.94	13.99	0.11	0.03	0.80	0.10	2.44	7.09	0.83	99.33
	71.95	15.11	0.13	0.03	0.64	0.06	2.57	8.42	0.87	99.78

3.3. Pegmatitin seramik ürünlerde kullanımı

Araziden homojen alınan pegmatit örnekleri karıştırılarak stoneware reçetesine ilave edilmiştir. Pegmatit ilave edilen stoneware reçetesinin tane boyut dağılımı Şekil 2'de verilmiştir. Tane boyut dağılımında tanelerin %10'u 0.78 µm, %75'i 19.95 µm, %90'ı 59.93 µm ve %100'ü 180 µm altındadır.



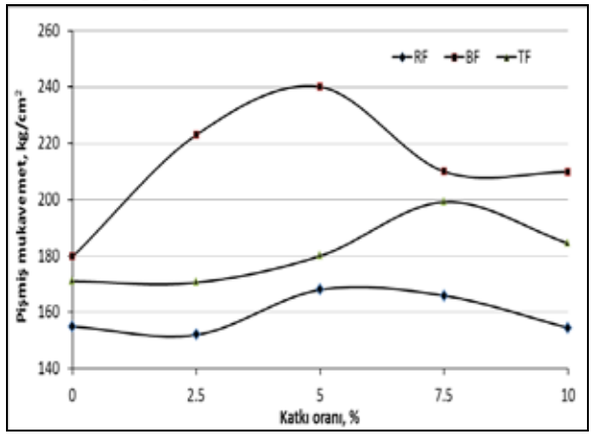
Şekil 2. Hazırlanan reçetenin tane boyut dağılımı

Pegmatit, katkısız ve pegmatit katkılı stoneware bünyelerin kimyasal analizleri Çizelge 2'de verilmiştir. Artan pegmatit ilavesiyle SiO_2, K_2O oksitleri artmaktadır. Ancak kimyasal analizlerde oksit oranları artan pegmatit oranları ile belirgin artmamaktadır, buda daha yüksek oranlarda pegmatit ilavesi yapılması gerektiğini göstermektedir. Hazırlanan katkısız ve pegmatit katkılı reçeteler farklı fırınlarda pişirilerek pişirme süresinin ve pişirme rejiminin bünyeye etkisi incelenmiştir. Pişirmede üç farklı fırın kullanılmıştır. RF kodlu örnekler roller fırında pişirilen, BF kodlaması kamara tipi fırında ve TF kod ise tünel fırın pişirimi yapılmış örneklerdir. Pişirme tepe sıcaklığı üç farklı fırında da 1200°C olarak sabit tutulmuş sadece süreler değişmiştir. Roller fırında toplam iki saatte, kamara tipi fırında 9 saat ve tünel fırında toplam 17 saat sürede pişirim yapılmıştır.

Çizelge 2. Reçetelerin kimyasal analizleri

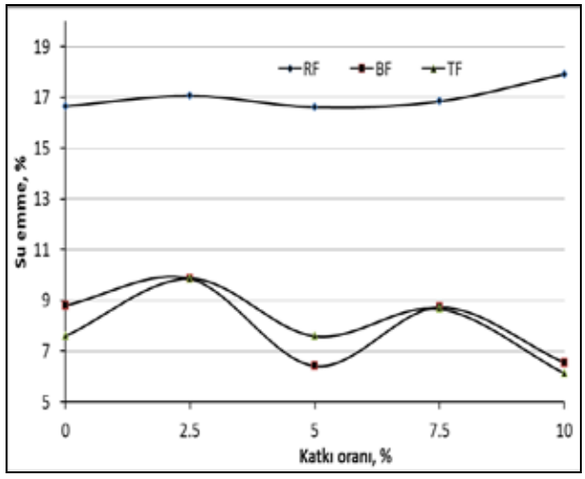
Oksit	Reçete	Pegmatit	Pegmatit Katkı Oranı, %			
			2,5	5	7,5	10
SiO_2	64,38	72,81	64,59	64,80	65,01	65,22
Al_2O_3	16,24	14,64	16,2	16,2	16,10	16,10
Fe_2O_3	1,15	0,15	1,13	1,10	1,08	1,05
CaO	4,60	0,95	4,51	4,42	4,33	4,24
MgO	0,14	0,07	0,14	0,14	0,14	0,13
Na_2O	0,01	2,70	0,08	0,14	0,21	0,28
K_2O	1,09	7,43	1,25	1,41	1,57	1,72
TiO_2	0,71	0,03	0,69	0,68	0,66	0,64
SO_3	0,30	-	0,29	0,29	0,28	0,27
A.Z.	11,38	0,60	11,11	10,84	10,57	10,30

Buna göre de fırın tipi ve pişirme süresinin örneklerin fiziko-mekaniksel özellikleri ve faz gelişimi üzerine etkileri ortaya koyulmuştur. Pişmiş mukavemetleri en yüksek olan örnekler kamara tipi fırında pişirilen örneklerde olmuştur. %5 pegmatit katkı oranına kadar mukavemetler artmakta bu noktadan sonra ise azalmaktadır. Diğer fırında pişirilen örneklerde de mukavemet değerleri %7,5 pegmatit katkı oranına kadar artmakta bu noktadan sonra azalmaktadır. En düşük mukavemetler ise hızlı pişirimi yapılan roller fırında pişirilen örneklerde olmuştur (Şekil 3).



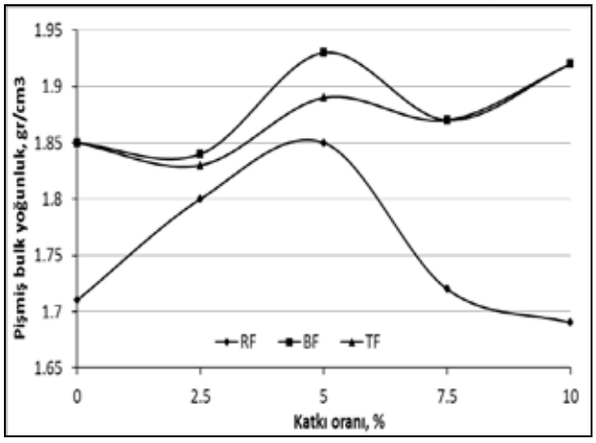
Şekil 3. Pişmiş mukavemet değerleri

Su emme oranı en yüksek örnekler roller fırında pişen örneklerde olmaktadır. Bu da sinterlenmenin yeterli olmadığını göstermekte ve mukavemetinde roller fırında pişen örneklerde düşük olmasıyla göstermektedir. Roller fırında pişen örneklerde %5 ilave sonrası çok hafif oranda su emmenin artma eğilimi pegmatit ilavesinin fırın rejimi nedeniyle ergiyemediğini ve su emme ve mukavemetlerde etkili olmadığını göstermektedir. En düşük su emme değerleri mukavemetleri en yüksek olan kamara fırında pişen örneklerdedir. Kamara ve tünel fırında pişen örneklerin artan pegmatit oranlarında su emme değerleri azalma eğiliminde ve mukavemetlerin artma eğiliminde olması daha fazla pegmatit ilavesinin daha etkili olacağını göstermektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Katkılı ve katkısız örneklerin su emme değerleri

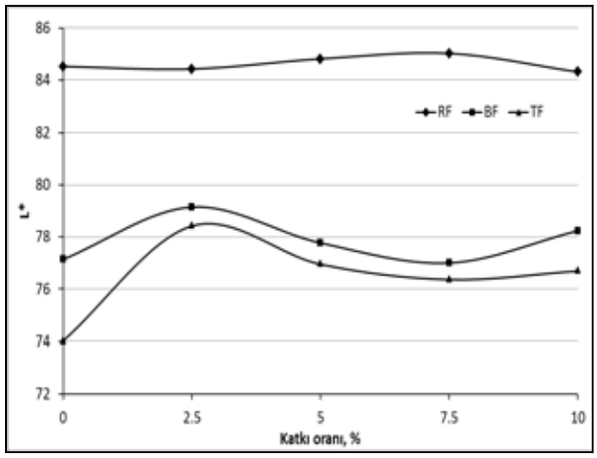
En yüksek mukavemet ve en düşük su emme değerlerine sahip olan kamara fırında pişen örneklerin pişmiş bulk yoğunlukları diğer pişirim şartlarına göre daha yüksektir (Şekil 5). Bu da kamara tipi fırında pişen örneklerin yoğunlaştığını ve tane-tane etkileşiminde pegmatitlerin ergiyerek mukavemeti artırdığı su emmeyi azalttığı görülmüştür. Roller fırında hızlı pişen örneklerde su emme değerlerinin yüksek olması aynı zamanda yoğunluğunda diğer örneklere göre daha az olması hızlı pişirimin ürünlerin yoğunlaşamadığını tane-tane etkileşimi için yeterli zaman olmadığını göstermektedir. %5 pegmatit ilavesi sonrası bulk yoğunluğun azalması artan pegmatit ilavesinde pegmatitin ergimediği için bünyede sadece kuvars gibi ergimeden kaldığını bununda mukavemetlerin azalmasına su emmenin artmasına ve gözeneklerin yeterince camsı fazla doldurulamaması, yetersiz tane-tane etkileşimi nedeniyle pişmiş bulk yoğunluğun azalmasına neden olduğu belirlenmiştir.



Şekil 5. Pişmiş bulk yoğunluk değerleri

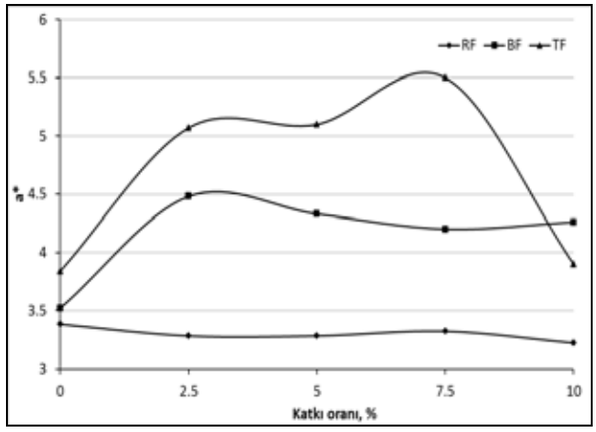
Pişmiş örneklerde parlaklık değeri olan L* değerleri en yüksek roller hızlı pişirimde olmaktadır. Diğer kamara ve tünel fırında pişen örneklerde L* değerleri birbirine yakın olmaktadır. Ancak kamara fırında pişen örneklerin L* değerleri tünel fırında

pişen örneklere göre daha yüksek olmaktadır. Artan pegmatit oranıyla L* değerleri çok fazla değişmemiştir (Şekil 6). Artan oranlarda pegmatit ilavesiyle renk değerlerinde kötüleşme olmadığı bununda ürün renk ve kalitesinde herhangi bir olumsuzluk vermeyeceği ve kullanımının uygun olacağı belirlenmiştir.



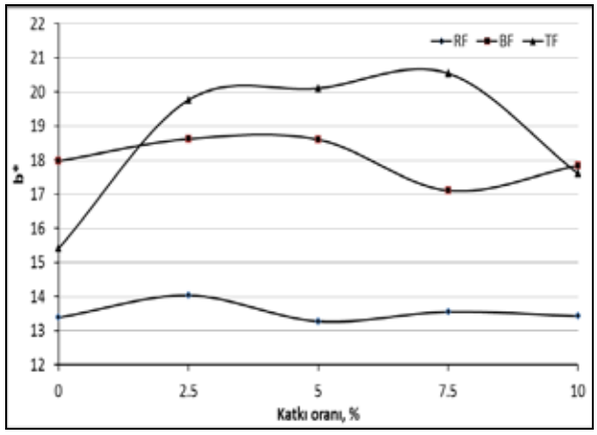
Şekil 6. Katkılı ve katkısız örneklerin L* değerleri

Renk koordinat değeri olan +a (kırmızılık) ve –a (yeşillik) renkleri olarak temsil edilmektedir. Fırın farklılığına göre en düşük a* değeri roller fırında pişen örneklerde en yüksek a* değeri ise tünel fırında pişen örneklerde olmuştur. a* değeri %2.5 pegmatit ilavesi sonrası artış göstermiş ancak belirgin olarak artan pegmatit oranıyla paralel artış olmamıştır (Şekil 7).



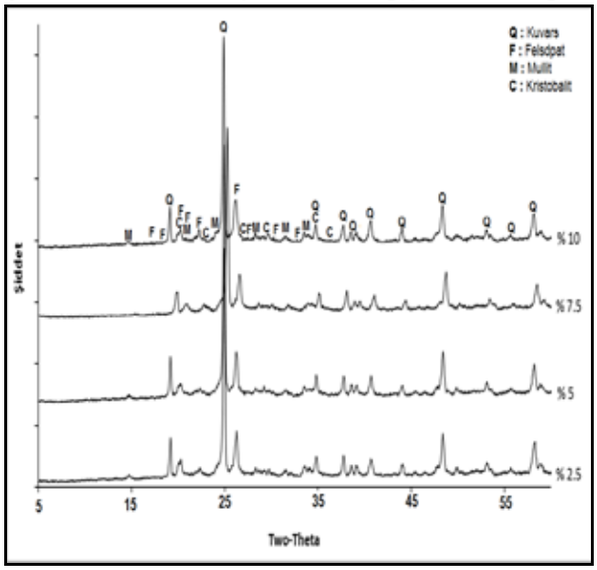
Şekil 7. a* renk koordinat değerleri

Renk koordinatlarından olan +b (sarılık) ve –b (mavilik) renkleri temsil etmektedir. En düşük b* değeri roller fırında ve en yüksek b* değeri tünel fırında pişirilen örneklerde olmuştur. %2.5 pegmatit ilavesinde b* değerleri katkısız reçeteye göre artmış ancak artan pegmatit oranlarıyla paralel b* değerleri artış göstermemiştir (Şekil 8).



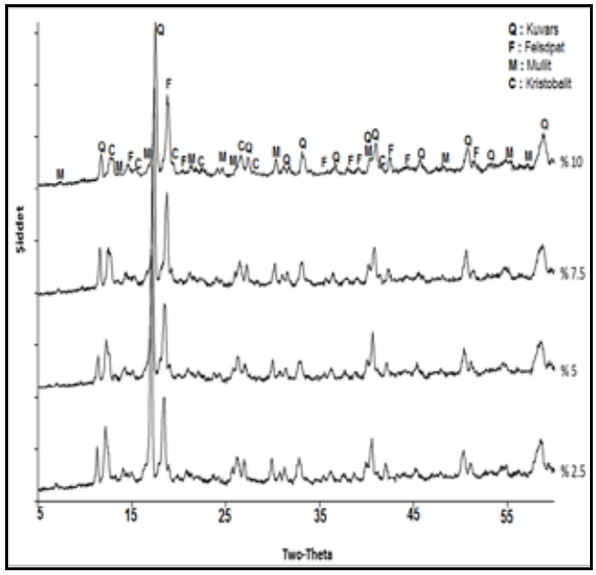
Şekil 8. b* renk koordinat değerleri

Artan oranlarda pegmatit ilave edilmiş stoneware reçetelerinin farklı fırınlarda pişirilmiş örneklerinin hepsinde kuvars, feldspat (anortit+albit+ortoklaz), mullit ve kristobalit fazları belirlenmiştir. Roller fırında pişirilen örneklerin faz analizini gösteren X-Ray difraksiyon paternleri Şekil 9'da verilmiştir. Artan pegmatit oranıyla pişmiş ürünün bünyesindeki fazlarda çok fazla değişim olmadığı belirlenmiştir.



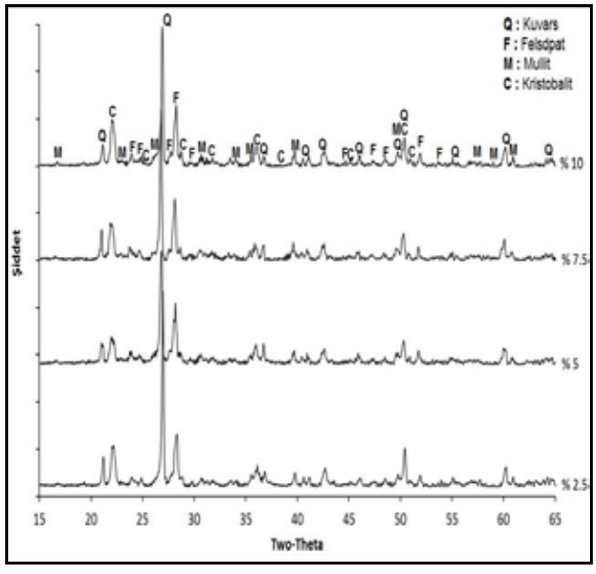
Şekil 9. Roller fırında pişen örneklerin XRDpaternleri

Kamara tipi fırında pişirilen örneklerin X-Ray difraksiyon paternleri Şekil 10'da verilmiştir. Artan pegmatit ilavesiyle feldspat piklerinin şiddeti artmakta kristobalit piklerinin şiddeti azalmaktadır. Roller fırında pişen örneklere göre kamara tipi fırında pişen örneklerin feldspat ve kristobalit pikleri daha şiddetlidir. Buda sinterlemenin ve pişirme sırasında oluşan fazların gelişiminde kamara tipi fırında pişirmenin daha etkili olduğunu göstermektedir.



Şekil 10. Kamara fırında pişen örneklerin XRD paternleri

Tünel fırında pişirilen örneklerin X-Ray difraksiyon paternleri Şekil 11'de verilmiştir. Artan pegmatit ilavesiyle kristobalit pik şiddeti artış göstermektedir. Aynı zamanda feldspat piklerinin şiddetinde de artan pegmatit oranıyla artış olmaktadır.



Şekil 11. Tünel fırında pişen örneklerin XRD paternleri

Pişen örneklerin faz analizine göre artan pişirme süresi ile kristobalit piklerinin şiddeti artmaktadır. Hızlı pişirilen roller fırına göre diğer pişirim şartlarında feldspat fazları da daha fazla olmaktadır. Hızlı pişirimde pegmatitin ergimesi ve reaksiyona girebilmesi için yeterli zaman olmadığı ve fazların gelişiminde pişirme süresinin önemli olduğu belirlenmiştir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Simav pegmatitlerinin kimyasal içeriğinde Na_2O+K_2O toplamı %5-12 oranlarında olmakta buda ergitici olarak seramiklerde kullanılabilmesini mümkün kılmaktadır. Külcü pegmatitlerinde toplam alkali oranı %5-7aralıklarında, Kusumlar bölgesi pegmatitlerinde toplam alkali (Na_2O+K_2O) değerleri %9-12 arasındadır. Toplam demir oksit (Fe_2O_3) ise %0,5 altında olması pegmatitlerin seramik ürünlerde rengi çok fazla etkilemeyeceği ve kullanımının uygun olacağı tespit edilmiştir. Külcü bölgesi pegmatitleri, mikaşistler içinde yer alan ve turmalinli (grönalı) ve toplam alkali (potasyum+sodyum) %32-43 mineralojik oranlardadır. Kusumlar bölgesi pegmatitleri, toplam alkali (ortoz+plajioklas) %50-60 mineralojik modal oranlarındadır. Buda seramik sektöründe ihtiyaç duyulan feldspat kaynağı olarak kullanımını sağlayabileceğini göstermektedir.

Simav Bölgesi pegmatitlerinin seramik üründe kullanılan feldspat türüne göre bölgesel olarak albit veya ortoklaz minerali ihtiyacının seramik sektörünce bu bölgeden karşılanabileceği belirlenmiştir. Pegmatitin kullanılacak seramik ürünün pişirme sıcaklığı ve istenilen özelliklere göre Simav Bölgesinden seçimli albit veya ortoklaz minerali olarak tercih edilmesi gerekmektedir. Pegmatitlerin seramik ürünlerde renk üzerinde olumsuz bir etkisi olmaması nedeniyle birçok seramik üründe feldspatlara alternatif kullanılabileceği belirlenmiştir. Su emmesi düşük ve yüksek mukavemet istenilen ürünlerde pegmatitlerin reçete içerisinde daha fazla oranlarda kullanımı ile ürün kalitesini artırabileceği bununda ürün bazında pegmatitin her işletme ve fırın şartlarına göre kullanımının belirlenmesi gerektiği tespit edilmiştir. Ayrıca pişirme süresi de göz önüne alınarak ürün özelliklerinin geliştirilmesinde pegmatit katkılı ürünlerde ısı rejiminin ayarlanması gerektiği görülmüştür.

Pegmatitlerin seramik ürünlerde hangi pişirim sıcaklıkları aralıklarında kullanılabileceğinin belirlenebilmesi için hazırlanan seramik reçetelerin termal davranışlarının belirlenmesi gerekmektedir. Ayrıca pegmatitin bu çalışmada kullanıldığı reçetede pişme sonrası kristobalit oluşması nedeniyle sır-masse termal genleşme katsayılarının iyi ayarlanması gerektiği belirlenmiştir. Kristobalit oluşumunun önlenmesi amacıyla reçetenin hammadde karışım oranlarının optimize edilmesi gerektiği görülmüştür. Simav bölgesi pegmatitlerinin farklı mineral içeriklerinde farklı seramik ürünlerde kullanımının araştırılması halinde birçok seramik üründe daha ucuz hammadde olarak kullanımının mümkün olabileceği tespit edilmiştir.

KAYNAKÇA

[1] Al-Marzouki, H. M. H., Jeffery, C., Khater, G. A., Evaluation of Saudi Pegmatite Anditsuse in Porcelain industry, Processing and Application of Ceramics, 6-3, 133-140, 2012.

[2] Adekeye, J. I. D., Adedoyin, A.D., Economic Potentials of The Pegmatites of Eruku Area, International Journal of Eart Sciences, 2, 1-6, 2007.

[3] Saklar, S., Oktay, C., Karadeniz, M., Gürsu, S., *Feldspar Beneficiation From Manisa Alaşehir Pegmatites*, International Mining Congress and Exhibition of Turkey, ISBN 975-395-605-3, 2003.

[4] Wise, M. A., Brown, C.D., Mineral Chemistry, Petrology and Geochemistry of The Sebago Granite-Pegmatite System, Journal of Geosciences, 55, 3-26, 2010.

[5] Androne, D. A. M., Dorohoı, D.O., Simpu, D., Physical Methods of Identification of The Feldspars From Granitic Pegmatites, Journal of Physics: Condensed Matter, 53-1-2, 279-286, 2008.

[6] Akinola, O., Okunlola, O.A., Obasi, R.A., Physico-Chemical Characteristic Sand Industrial Potentials of Lepidolite From Ljero-Aramoko Pegmatite Field, International Journal of Scientific & Technology Research, 3, 278-284, 2014.

[7] Çelik, M. S., Pehlivanoglu, B., Aslanbaş, A., Asmatulu, R., Flotation of Colored Impurities From Feldsparores, Minerals and Metallurgical Processing, Vol.18, No.2,101-105, 2001.

[8] Galliski, M. A., The Pampean Pegmatıte Provınce, Estudosgeo Logicos, 19-2,30-34, 2009.

[9] Leite, J. Y. P., Araujo, F. S. D., Nobre, L. L. S., Pinheiro, V. S., Silva, J. P. P., Dantas, A. P. A., Characterization of Pegmatoid From Dimension Stone Stailings For Application as Ceramic Raw Material, Journal of Chemical&Engineering, 8, 260-264, 2014.

[10] Murariu, T., Raileanu, M., Rare Alkali Metal Lithium From Granitic Pegmatites as Metallogenetic in Dicator For Therare Elements, Europe an Journal of Mineralogy, 82, 212-216, 2006.

[11] Minnaar, H., Theart, H. F. J., The exploitability of Pegmatite Deposits in The Lower Orange River Area, South African Journal of Geology, 109,341-352, 2006.

[12] Neiva, M. R., Distribution of Trace Elements in Feldspars Graniti Caplites and Pegmatites From Alijo-Sanfins, Northern Portugal, Mineralogical Magazine, Vol.59,35-45, 1995.

[13] Uz, B., Akdağ Masifinde (Simav-Kütahya) Yeşil Şistlerin Kökensel İncelenmesi, Jeoloji Mühendisleri Odası Yayın Organı, Sayı 23, 21-30, 1985.

[14] Uz, B., Les Formations Metamorphiques et Granitiques Du Massif Ancien d'Akdağ et Leur Couverture Volcanosedimentaire, These de Doctorat. Univ. Nancy, Fac. Sciences, 1973.

THE COLOR IDENTITIES THAT OCCUR AS A RESULT OF THE IMITATION OF OTHER MATERIALS IN CERAMICS

Ayşe BALYEMEZ [1]

[1] Mimar Sinan Fine Arts University, Department of Ceramic and Glass Design, Istanbul / TURKEY

ABSTRACT

Ceramic material has continuously been a part of the culture as from the time when it started to be used by humans until today. Within this culture, it is also noteworthy that, in addition to the containers that are used for eating, drinking and storing which correspond to the needs of our daily lives, they are also used for religious purposes. Ceramics, which at times have distinguished as a cultural value in the course of history, have sometimes remained in the shadow of other materials. When the development process of the ceramic material is closely examined, it is seen that the imitations of certain materials that gained value in the period have been produced using ceramics. Some of these ceramics do not have any other value except that they are similar to the material they imitate, but some others have gone beyond the value of the material they have imitated and have gained essential places in the ceramic production traditions and created original color identities. Old Bronze Age black slipped ceramics, Egyptian paste, lajvardina and celadon glazes are the most important ones among these examples. Within the scope of this study, color identities of the ceramics produced for imitation purposes will be addressed and their contribution to the material culture will be reviewed.

Keywords: Ceramics, Imitation, Color, Tradition, Culture.

1. INTRODUCTION

There have been various factors influencing on the ceramic color through the historical process. These factors are briefly;

- Technological opportunities,
- Material imitation,
- Religious traditions and
- Trade.

The technological level has led the earth-toned colors be dominant in ceramics for a long period of time in history. Color diversity has increased with the development of technology and the discovery of glaze. As for the imitation of material, it has been an approach affected the colors of the ceramics since the periods when the technology was not yet developed. Another factor that affects the color is the religious traditions. In this respect, sacred stones or colors with symbolic meanings brought by the belief system have influenced colors in ceramic production. Finally, trade has been a strong factor regarding the transfer of the color identity in a given geography among the cultures.

The approach of material imitation through color has been carried out in two prominent forms within the history of ceramics. The first way is the emulation and color imitation of the worthy materials of the period, and the second one is the imitation of the colors of precious stones with the influence of religious traditions.

2. EMULATION OF OTHER MATERIALS AND COLOR

Ceramic material has been in the human life for thousands of years and has been used uninterruptedly up to this day. With the discovery of the metal and after forms are started being created using this material, ceramics have begun to emulate the form and the color properties of the metal materials precisely. The sharp edges and the presence of the rollers in the handles are also evidences for this, which have never been seen in ceramic forms before, as well as the color. [1]

The black slip is seen in the Chalcolithic Period, in the decorations applied on the light colored body. However, painting and polishing the entire surface with only black slip is being first appeared in the Old Bronze Age ceramics. This period is also the era where the form production from metal materials is first performed.

[1] İsmail Yardımcı, *Anadolu'da Tunç Çağı Seramik-Metal Malzeme Teknik ve Form Etkileşimleri,* International VI. Ceramic Congress, Proceedings Book p.497-502, Eskişehir, 2006.

Image 1. Old Bronze Age, Black slipped and polished ceramic, Anatolian Civilizations Museum.

In the Phrygian Period, it is seen that a production similar to the color characteristics of the Old Bronze Age black slipped ceramics was made. The source of this color is also the metal forms of the period.

The production of black slipped ceramics seen in the Dark Age samples of the Ancient Greek ceramics which is similar to metal forms regarding their form features is also noteworthy.

Chart 1. Imitation of Metal Materials and Color

CULTURE / CIVILIZATION	MATERIAL	CERAMICS	COLORS
Old Bronze Age	Metal forms		
Phrygians	Metal forms		
Ancient Greek (Dark Age)	Metal forms		

In these three mentioned periods, the technology is at a level where the natural color tones of clay can be produced in ceramics. Colors of the ceramics have only been in earth tones. However, this did not prevent the ceramic producers from imitating other materials. The bright black sinter slip seen in Ancient Greece and the bright black color created by polishing the black slip are the colors that have been used as a result of emulating the appearance of metal forms.

Another example of color resulting from the material imitation in ceramic culture is the ceramics produced by lajvardina technique in the course of Seljukian Period. In these ceramics, the dark blue color and the gold sparkles of the lapis lazuli stone, which is called lajvard in Persian, are imitated. Gold gilding ornaments are applied on the ceramics glazed with cobalt oxide in dark blue color, and the details are applied using the colors white and red. The lajvardina name given to these ceramics in the literature is taken directly from the lajvard (lapis lazuli) stone.

Image 2. Seljukian Period, lajvardina ceramic tile, Metropolitan Museum.

In the 17th century in England, ceramics produced under the name of agateware were inspired by the colorful layers of the agate stone.[2] These ceramics were produced in such a way that they form colored layers starting from the surface and then entering into the interior of the structure, just like an agate stone. Agateware products produced with colored ceramic clay are also named after this stone.

Chart 2. Imitation of Natural Stones and Color

CIVILIZATION	MATERIAL	CERAMICS	COLORS
Seljuks	Lapis lazuli stone		
England	Agate stone		

[2] G. Savage, H. Newman, J. Cushion, *An Illustrated Dictionary of Ceramics,* p. 23.

Another example produced in the ceramic culture for the imitation of materials is the Far East ceramics produced using the technique called kinrande. These ceramics produced especially for the Japanese market in China in the 16th century were produced by emulating the colors of the gold brocade embroidered fabrics which were very popular at the time.[3]

> "This type, achieved by applying gold embellishments either on a monochrome surface or on red cartridges applied on a multicolored pattern, recalls the rich ornamentation of the weaving art."[4]

Image 3. China, Kinrande porcelain plate, British Museum.

Within these ceramics which are embroidered with gold leaf on top of the background colors such as red, dark blue, green or yellow, it is intended to imitate the appearance and the color of the material, not the material itself.

Chart 3. Emulation of Brocade Fabric and Color

CIVILIZATION	MATERIAL	CERAMICS	COLORS
China	Gold brocade fabric		

[3] ..., *İstanbul'daki Çin Hazinesi,* p. 36.
[4] ..., *İstanbul'daki Çin Hazinesi,* s. 36.

3. IMITATION OF OTHER MATERIALS BASED ON THE RELIGIOUS TRADITIONS AND COLOR

Religious traditions have been one of the greatest factors in terms of color and form in ceramic culture. As from the Neolithic Period, many forms have been produced that will serve for religion. However, it has been only through the discovery of the glaze technique that production regarding color which is related to religion could be carried out. Colors and precious stones that are the symbolic meanings of the religion axis, shaped the production of the ceramics, influenced the colors and became the traditional production methods of ceramics.

The first examples we encounter, the Ancient Egyptian blue objects, have emerged based on the religious traditions of Ancient Egyptian Civilization. Blue had a symbolic value for Ancient Egyptians who believed that they would reincarnate after death. The blue color, symbolizing rebirth, was also associated with precious stones, turquoise and lapis lazuli stones were appreciated divinely. This is the reason why there are so many blue colored objects within the tombs. [5]

Image 4. Ancient Egypt, hippo figure made by Egyptian paste, Metropolitan Museum.

Ceramic imitations of precious stones have been produced in Ancient Egyptian Civilization, since ancient times. A specific body has been developed, and this imitation has been sustained starting from the small-sized jewelry objects and amulets, up until the shabti figures.

[5] ..., *The Art of Ancient Egypt: A Resource for Educators,* p. 45.

Chart 4. Imitation of Natural Stones Based on Religious Traditions and Color

CIVILIZATION	MATERIAL	CERAMICS	COLORS
Ancient Egypt	Turquoise stone		
	Lapis lazuli stone		

This specific body called Egyptian paste is produced in turquoise and dark blue with copper and cobalt compounds added into it. This specific body, which has been regarded as the pioneer of glaze, has continued its existence until today as a special tradition of the material culture of ceramics.

Image 5. China, Celadon glazed stoneware plate, British Museum.

The green Celadon glazed ceramics, encountered as a strong tradition of production in ceramics culture, is a color identity that has emerged as a result of the religious culture. In ceramics produced by emulating the green color of the jade stone which is considered sacred in China, the color finds the source from the sacred value of the jade stone. The purpose of this production is to imitate this sacred stone.

> "After being interested in the Confucian philosophy once more, the imperial patronage tended to promote traditional quality and

believed that producing the imitation of the jade stone together with many ceramists was the main idea of the glaze of ceramics." [6]

It is thought that, calling these ceramics Celadon has been originated from the color of the dress of a character named Céladon in a pastoral theater play titled L'astree presented in Europe in the 17th century.[7]

Seladon glazed ceramics reached the Ottoman Empire through trade, where it became a part of the cult. There are many celadon glazed ceramics in Topkapi Palace Collection. However, the value given to these ceramics, which became part of Ottoman ceramic cultures through trade, did not come from the material imitated.

Chart 5. Imitation of Natural Stones Based on Religious Traditions and Color

CIVILIZATION	MATERIAL	CERAMICS	COLORS
China	Jade stone		

4. EVALUATION AND CONCLUSION

The material imitation approach has formed one of the strongest influences among the factors determining the color of the ceramics in the course of the historical process. It is observed that, in some cases, the objective is only imitation, whereas in some cases imitation is related to the religious culture. Some of the colors produced and used for such purposes have gone beyond the value of the imitated material. Such colors have become a strong color identity specific to the ceramics and have become a unique production tradition.

Special techniques have been implemented and developed in order to obtain colors within the course of the historical process. Thus, there has been a link formed between the developed technique and color. The function of these specific colors and techniques, of which the purposes had been the imitation of materials at first, has been changed today. Artists use these special techniques and colors in contemporary ceramics, not for imitating, but to connect with the past and with the culture.

The material imitation approach, which we realize that its function in artistic production has changed, is still partly continuing in the production of modern

[6] Emmanuel Cooper, *10,000 Years of Pottery,* p. 63.
[7] G. Savage, H. Newman, J. Cushion, *An Illustrated Dictionary of Ceramics,* p. 68.

industrial ceramics. Marble, stone or wood looking floor and wall tiles are produced in the ceramic tile industry, and thus the purpose of using ceramic material surfaces as an emulation of some other material's appearance.

IMAGE SOURCES

Image 1. Ankara Anatolian Civilizations Museum, Museum Catalogue, p. 85.

Image 2. http://www.metmuseum.org/art/collection/search/450373?rpp=30&pg=3&ft=Tile&pos=90
(Date of access: 14.06.2017)

Image 3. http://www.britishmuseum.org/research/collection_online/collection_object_details/collection_image_gallery.aspx?assetId=588766001&objectId=3181463&partId=1
(Date of access: 14.06.2017)

Image 4. http://www.metmuseum.org/art/collection/search/544227
(Date of access: 14.06.2017)

Image 5. http://www.britishmuseum.org/research/collection_online/collection_object_details.aspx?objectId=227942&partId=1&searchText=celadon&images=true&page=2
(Date of access: 14.06.2017)

SOURCES

Books

Cooper, E., *10,000 Years of Pottery*, The British Museum Press, Londra, 2002

Delamare, F.-Guineau, B., *Renkler ve Malzemeleri,* Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, 2008.

Manners, E, *Ceramics Source Book,* Chartwell Books, New Jersey, 1990.

Yoleri, H., *Pişmiş Kil İle İletişim,* Tibyan Yayıncılık, İzmir, 2008.

Hayes, W. C., *The Scepter of Egypt,* Plantin Press, New York, 1990.

Vainker, S., *Chinese Pottery and Porcelain,* The British Museum Press, Londra, 2005.

Savage, G., Newman, H., Cushion J., *An Illustrated Dictionary of Ceramics,* Thames and Hudson Ltd., Londra, 1985.

Catalogues

..., *Anadolu Medeniyetleri Müzesi,* Museum Catalogue, Dönmez Ofset, Ankara,2006.

..., *İstanbul'daki Çin Hazinesi,* Me-Pa, İstanbul, 2001.

..., *The Art of Ancient Egypt: A Resource for Educators,* The Metropolitan Museum of Art, (...).

Proceedings

Yardımcı, İ., *Anadolu'da Tunç Çağı Seramik-Metal Malzeme Teknik ve Form Etkileşimleri,* International VI. Ceramic Congress, Proceedings Book p.497-502, Eskişehir, 2006.

Balyemez, A., *Color of Turquoise on Ceramics: Two Cultures, Two Techniques,* 10. International Terracota Symposium, Proceedings Book p. 558-567, Eskişehir, 2016.

Thesis

Balyemez, A., *Seramik Kültüründe Renk Öğesi ve Çağdaş Seramik Sanatında Kullanımı,* Thesis of Proficiency of Fine Arts, Mimar Sinan Fine Arts University, Institute of Fine Arts, İstanbul, 2017.

Internet Sources

www.metmuseum.org (Date of access: 14.06.2017)

www.britishmuseum.org (Date of access: 14.06.2017)

BİLDİRİ

SERAMİKTE BAŞKA BİR MALZEMENİN TAKLİDİ SONUCU ORTAYA ÇIKAN RENK KİMLİKLERİ

Ayşe BALYEMEZ [1]

[1] Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Seramik ve Cam Tasarımı Bölümü, İstanbul / TÜRKİYE

ÖZET

Seramik malzeme, insan eliyle kullanılmaya başlandığı dönemden günümüze dek kesintisiz olarak kültürün bir parçası olmuştur. Bu kültürün içinde, günlük yaşam ihtiyaçlarına cevap veren yeme-içme ve saklama kapları yanında inanca yönelik kullanımlar da dikkat çekicidir. Tarihin kimi dönemlerinde kültürel bir değer olarak öne çıkan seramikler, kimi zaman ise başka malzemelerin gölgesinde kalmıştır. Seramik malzemenin gelişim süreçleri dikkatle incelendiğinde, dönemi içinde değer kazanmış malzemelerin seramik ile taklitlerinin üretildiği görülmektedir. Bu seramiklerin kimisi taklit ettiği malzemeye benzemesi dışında herhangi bir değere sahip değilken, kimisi ise taklit ettiği malzemenin değerinin ötesine geçip seramik üretim gelenekleri içinde köklü yerler edinmiş ve özgün renk kimlikleri oluşturmuştur. Eski Tunç çağı siyah astarlı seramikleri, Mısır pastası, lajvardina ve seladon sırlar bu örneklerin en önemlilerindendir. Bu çalışmada, taklit amacıyla üretilmiş seramiklerdeki renk kimlikleri ele alınacak ve bunların malzeme kültürüne olan katkıları değerlendirilecektir.

Anahtar Kelimeler: Seramik, Taklit, Renk, Gelenek, Kültür.

1. GİRİŞ

Tarihsel süreçte seramiğin rengine etki eden çeşitli etkenler olmuştur. Bu etkenler kısaca;

- Teknolojik olanaklar,
- Malzeme taklidi,
- İnanç gelenekleri ve
- Ticarettir.

Teknolojik düzey, tarihte uzunca bir dönem seramiklerde toprak renklerinin hakim olmasına neden olmuştur. Teknolojinin gelişimi ve sırın keşfi ile renk çeşitliliği artmıştır. Malzeme taklidi ise, teknolojinin gelişmemiş olduğu dönemlerden itibaren günümüze dek seramikteki renklere etki eden bir yaklaşım olmuştur. Rengi etkileyen bir diğer etken ise inanç gelenekleridir. Burada inanç sisteminin getirdiği kutsal taşlar veya sembolik anlamı olan renkler, seramik üretiminde renkleri etkilemiştir. Son olarak ticaret de, belirli bir coğrafyada var olan renk kimliğinin kültürler arasında geçiş yapmasına neden olan güçlü bir etken olarak dikkati çekmektedir.

Seramik tarihinde renk yoluyla malzeme taklidi yaklaşımı, iki belirgin biçimde gerçekleşmiştir. Bunlardan ilki, dönemin değer kazanan malzemelerine öykünme ve renklerinin taklit edilmesi, ikincisi ise ianaç geleneklerinin de etkisi ile değerli taşların renklerinin taklit edilmesidir.

2. DİĞER MALZEMELERE ÖYKÜNME VE RENK

Seramik malzeme binlerce yıldır insan hayatının içinde yer almış, kesintisiz olarak bugüne dek kullanımı sürmüştür. Metalin keşfi ve bu malzemeden form yapımının başlamasıyla birlikte seramikler gözle görülür biçimde metal malzemelerin form ve renk özelliklerine öykünme başlamıştır. Seramik kap formlarında daha önce görülmemiş keskin kenarların ve kulplardaki makaraların varlığı yanında renk de, bunun kanıtıdır.[1]

Siyah astar, Kalkolitik Dönem'de açık renk zemin üzerine uygulanan dekorlarda görülmektedir. Ancak tüm yüzeyin tek renk siyah astar ile boyanması ve perdahlanması, ilk olarak Eski Tunç Çağı seramiklerinde görülmektedir. Bu dönem aynı zamanda metal malzemeden form üretiminin ilk gerçekleştiği çağdır.

[1] İsmail Yardımcı, *Anadolu'da Tunç Çağı Seramik-Metal Malzeme Teknik ve Form Etkileşimleri,* Uluslararası Katılımlı VI. Seramik Kongresi, Bildiriler Kitabı s.497-502, Eskişehir, 2006.

Görsel 1. Eski Tunç Çağı'na ait siyah astarlı ve perdahlı seramik, Anadolu Medeniyetleri Müzesi.

Frigler Dönemi'nde, yine Eski Tunç Çağı siyah astarlı seramiklerine benzer renk özelliklerinde bir üretim yapıldığı görülmektedir. Bu rengin de kaynağı, dönemin metal kaplarıdır.

Antik Yunan seramiklerinin Karanlık Dönem örneklerinde de, form özellikleri metal kaplara benzer, siyah tek renk astarlı seramik üretimi dikkati çekmektedir.

Çizelge 1. Metal Malzemenin Taklit Edilmesi ve Renk

KÜLTÜR DÖNEMİ / UYGARLIK	TAKLİT EDİLEN MALZEME	SERAMİKLER	RENKLER
Eski Tunç Çağı	Madeni kaplar		
Frig Uygarlığı	Madeni kaplar		
Antik Yunan Uyg. (Karanlık Dönem)	Madeni kaplar		

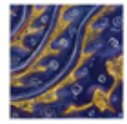
Bahsi geçen üç dönemde de, seramikte çamurun doğal renk tonlarının üretilebildiği bir teknolojik düzey bulunmaktadır. Seramikte renkler yalnızca toprak tonlarında olmuştur. Ancak bu, seramik üretenlerin başka malzemeleri taklit etmelerine engel olmamıştır. Siyah renkli astarın perdahlanması sonucu ortaya çıkan parlak siyah renk ile Antik Yunan'da görülen parlak siyah sinter astar, metal kapların görünümüne öykünme sonucu kullanılmış renklerdir.

Seramik kültüründe bir başka malzeme taklidine bağlı renk örneği de, Selçuklu Dönemi'nde karşımıza çıkan lajvardina tekniğinde üretilmiş seramiklerdir. Bu seramiklerde, Farsçada lajvard olarak isimlendirilen lapis lazuli taşının koyu parlak mavi rengi ve altın pırıltıları taklit edilmiştir. Kobalt oksit ile lacivert renkte sırlanan seramiklerin üzerine altın yaldız ile desenler uygulanmakta, beyaz ve kırmızı renk ile de detaylar işlenmektedir. Bu seramiklere literatürde verilen lajvardina ismi de, doğrudan lajvard (lapis lazuli) taşından referans almaktadır.

Görsel 2. Selçuklu Dönemi, lajvardina dekorlu seramik karo, Metropolitan Müzesi.

İngiltere'de 17. Yüzyılda agateware adıyla üretilen seramikler, agat taşının renkli katmanlarından esinlenilerek üretilmiştir.[2] Bu seramikler, tıpkı agat taşı gibi yüzeyden bünyenin içine değin devam eden renkli katmanlar oluşturacak şekilde üretilmiştir. Renklendirilmiş seramik çamurları ile üretilen agateware ürünler, isimlerini de bu taştan almışlardır.

Çizelge 2. Doğal Taşların Taklit Edilmesi ve Renk

DEVLET/UYGARLIK	TAKLİT EDİLEN MALZEME	SERAMİKLER	RENKLER
Selçuklu Devleti	Lapis lazuli taşı		
İngiltere	Agat taşı		

[2] G. Savage, H. Newman, J. Cushion, *An Illustrated Dictionary of Ceramics,* s. 23.

Seramik kültüründe malzeme taklidi amacıyla üretilen bir başka örnek ise kinrande ismi verilen teknikle üretilmiş Uzakdoğu seramikleridir. Çin'de, 16. yüzyılda özellikle Japonya pazarı için üretilen bu seramikler, dönemin gözde kumaşları olan altın brokar işlemeli kumaşların renklerine öykünülerek üretilmişlerdir.[3]

> "Altın süslemenin ya tek renkli bir zemin üzerine, ya da çok renkli bir desen üzerine uygulanmış kırmızı kartuşlara işlenmesi yoluyla elde edilen bu tür, dokumacılık sanatının zengin süslemelerini çağrıştırır."[4]

Görsel 3. Çin İmparatorluğu, Kinrande dekorlu porselen tabak, British Museum.

Kırmızı, lacivert, teşil ya da sarı gibi zemin renkleri üzerinde altın varak işlemeli bu seramiklerde, malzemenin kendisinin taklit edilmesi değil, görünüş ve renginin taklit edilmesi amaçlanmıştır.

Çizelge 3. Brokar Kumaşa Öykünme ve Renk

DEVLET/UYGARLIK	TAKLİT EDİLEN MALZEME	SERAMİKLER	RENKLER
Çin İmparatorluğu	Altın brokar kumaş		

[3] ..., *İstanbul'daki Çin Hazinesi,* s. 36.
[4] ..., *İstanbul'daki Çin Hazinesi,* s. 36.

3. İNANÇ GELENEKLERİNE BAĞLI OLARAK MALZEME TAKLİDİ VE RENK

İnanç gelenekleri, seramik kültüründe renk ve biçim anlamında en büyük etkenlerden biri olmuştur. Neolitik Dönem'den başlayarak inanca hizmet edecek birçok biçim üretilmiştir. Ancak renk konusunda inançla ilişkili bir üretimin gerçekleştirilebilmesi ancak sır tekniğinin keşfi ile mümkün olabilmiştir. İnançlar eksenin sembolik anlamı olan renkler ve değerli taşlar, seramik üretimini şekillendirmiş, renklere etki etmiş ve seramiğin geleneksel üretim biçimleri haline gelmiştir.

İlk olarak örneğini gördüğümüz Antik Mısır mavi renkli objeleri, Antik Mısır Uygarlığı'nın inanç geleneklerine bağlı olarak ortaya çıkmıştır. Ölümden sonra yeniden hayata geleceklerine inana Antik Mısırlılar için mavi renk sembolik bir değer sahipti. Yeniden doğuşu simgeleyen mavi renk, değerli taşlarla da ilişkilendirilmiş, turkuaz ve lapis lazuli taşlarına kutsal bir değer verilmişti. Mezarlar içinde çok sayıda mavi renkli obje bulunması bu nedenledir.[5]

Görsel 4. Antik Mısır Uygarlığı, Antik Mısır çamuru tekniğinde su aygırı figürü, Metropolitan Müzesi.

Antik Mısır Uygarlığı'nda, çok eski dönemlerden itibaren, değerli taşların seramik taklitleri üretilmiştir. Özel bir bünye geliştirilmiş, küçük boyutlu takı objeleri ve amuletlerden başlayarak şabti figürlerine dek bu taklit sürdürülmüştür.

[5] ..., *The Art of Ancient Egypt: A Resource for Educators,* s. 45.

Çizelge 4. İnanca Bağlı Olarak Doğal Taşların Taklit Edilmesi ve Renk

DEVLET/UYGARLIK	TAKLİT EDİLEN MALZEME	SERAMİKLER	RENKLER
Antik Mısır Uygarlığı	Firuze taşı		
	Lapis lazuli taşı		

Antik Mısır çamuru olarak adlandırılan bu özel bünye, içine eklenen bakır ve kobalt bileşikleri ile turkuaz ve lacivert renkte üretilmiştir. Sırın öncülü olarak kabul edilen bu özel bünye, daha sonra seramik malzeme kültürüne ait özel bir bünye geleneği olarak varlığını günümüze değin sürdürmüştür.

Görsel 5. Çin İmparatorluğu, Seladon sırlı stoneware tabak, British Museum.

Seramik kültüründe güçlü bir üretim geleneği olarak karşımıza çıkan yeşil Seladon sırlı seramikler de, inanç kültürüne bağlı olarak ortaya çıkmış bir renk kimliğidir. Çin'de kutsal sayılan yeşim taşının rengine öykünerek üretilen seramiklerde renk, yeşim taşının kutsal değerinden kaynak bulmaktadır. Üretim amacı da bu kutsal taşın taklit edilmesidir.

> "Konfiçyüs felsefesine yeniden ilgi duyulmasının ardından, imparatorluk himayesi geleneksel kaliteyi teşvik eğiliminde olmuş

ve birçok çömlekçi ile birlikte yeşim taşının taklidini üretmenin seramik sırının ana fikri olduğuna inanmıştır."[6]

Bu seramiklere Seladon ismi verilmesinin, 17. Yüzyılda Avrupa'da oynanan L'astree adlı pastoral bir tiyatro oyunundaki Céladon isimli karakterin giysisinin renginden kaynaklandığı düşünülmektedir.[7]

Seladon sırlı seramikler, ticaret yoluyla Osmanlı İmparatorluğu'na ulaşmış, burada da kültürün bir parçası haline gelmiştir. Topkapı Sarayı Koleksiyonunda çok sayıda seladon sırlı seramik bulunmaktadır. Ancak ticaret yoluyla Osmanlı seramik kültürünün bir parçası haline gelen bu seramiklere verilen değer taklit ettiği malzemeden gelmemiştir.

Çizelge 5. İnanca Bağlı Olarak Doğal Taşların Taklit Edilmesi ve Renk

DEVLET/UYGARLIK	TAKLİT EDİLEN MALZEME	SERAMİKLER	RENKLER
Çin İmparatorluğu	Yeşim taşı		

4. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Tarihsel süreçte seramiğin rengini belirleyen etkenler içinde malzeme taklidi yaklaşımı en güçlü etkilerden birini yaratmıştır. Kimi örneklerde amaç yalnızca taklit iken kimi örneklerde ise taklidin inanç kültürü ile ilişkili olduğu gözlenmektedir. Bu gibi amaçlarla üretilen ve kullanılan renklerden bazıları, taklit edilen malzemenin değerinin ötesine geçmiştir. Bu renkler, seramiğe özgü güçlü bir renk kimliği haline gelmiş, özgün birer üretim geleneğine dönüşmüştür.

Tarihsel süreçte renklerin elde edilmesi için özel teknikler uygulanmış ve geliştirilmiştir. Böylece, geliştirilen teknik ve renk arasında bir bağ oluşmuştur. İlk ortaya çıkış amaçları malzeme taklidi olan bu özel renkler ve tekniklerin işlevi günümüzde değişime uğramıştır. Çağdaş seramik sanatında sanatçılar bu özel teknik ve renkleri kullanırken taklit etmeyi değil, geçmişle ve kültürle bağ kurmayı amaçlamaktadır.

Sanatsal üretimlerde işlevinin değişime uğradığını gördüğümüz malzeme taklidi yaklaşımı, günümüz endüstriyel seramik üretiminde kısmen devam etmektedir.

[6] Emmanuel Cooper, *10,000 Years of Pottery,* s. 63.
[7] G. Savage, H. Newman, J. Cushion, *An Illustrated Dictionary of Ceramics,* s. 68.

Kaplama seramiği endüstrisinde mermer görünümlü, taş dokulu ya da ahşap görünümlü yer ve duvar karosu üretilmekte, seramik malzemenin kullanım amacı başka bir malzemenin görünümüne öykünme olarak karşımıza çıkmaktadır.

GÖRSEL KAYNAKÇA

Görsel 1. Ankara Anadolu Medeniyetleri Müzesi, Müze Kataloğu, s. 85.

Görsel 2. http://www.metmuseum.org/art/collection/search/450373?rpp=30&pg=3&ft=Tile&pos=90
(Erişim tarihi: 14.06.2017)

Görsel 3. http://www.britishmuseum.org/research/collection_online/collection_object_details/collection_image_gallery.aspx?assetId=588766001&objectId=3181463&partId=1
(Erişim tarihi: 14.06.2017)

Görsel 4. http://www.metmuseum.org/art/collection/search/544227
(Erişim tarihi: 14.06.2017)

Görsel 5. http://www.britishmuseum.org/research/collection_online/collection_object_details.aspx?objectId=227942&partId=1&searchText=celadon&images=true&page=2
(Erişim tarihi: 14.06.2017)

KAYNAKÇA

Kitaplar

Cooper, E., *10,000 Years of Pottery*, The British Museum Press, Londra, 2002

Delamare, F.-Guineau, B., *Renkler ve Malzemeleri,* Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, 2008.

Manners, E, *Ceramics Source Book,* Chartwell Books, New Jersey, 1990.

Yoleri, H., *Pişmiş Kil İle İletişim,* Tibyan Yayıncılık, İzmir, 2008.

Hayes, W. C., *The Scepter of Egypt,* Plantin Press, New York, 1990.

Vainker, S., *Chinese Pottery and Porcelain,* The British Museum Press, Londra, 2005.

Savage, G., Newman, H., Cushion J., *An Illustrated Dictionary of Ceramics,* Thames and Hudson Ltd., Londra, 1985.

Kataloglar

..., *Anadolu Medeniyetleri Müzesi,* Müze Kataloğu, Dönmez Ofset, Ankara, 2006.

..., *İstanbul'daki Çin Hazinesi,* Me-Pa, İstanbul, 2001.

..., *The Art of Ancient Egypt: A Resource for Educators,* The Metropolitan Museum of Art, (...).

Bildiriler

Yardımcı, İ., *Anadolu'da Tunç Çağı Seramik-Metal Malzeme Teknik ve Form Etkileşimleri,* Uluslararası Katılımlı VI. Seramik Kongresi, Bildiriler Kitabı, s.497-502, Eskişehir, 2006.

Balyemez, A., *Seramikte Turkuaz Renk: İki Kültür, İki Teknik,* 10. Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu, Bildiriler kitabı s. 558-567, Eskişehir, 2016.

Tezler

Balyemez, A., *Seramik Kültüründe Renk Öğesi ve Çağdaş Seramik Sanatında Kullanımı,* Sanatta Yeterlik Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, İstanbul, 2017.

İnternet Kaynakları

www.metmuseum.org (Erişim tarihi: 14.06.2017)

www.britishmuseum.org (Erişim tarihi: 14.06.2017)

SANITARYWARE GLAZES FROM PAST TO PRESENT TIME

Bekir KARASU, İrem Nur Gamze ŞİMŞEK

Anadolu University, Engineering Faculty, Department of Materials Science and Engineering, Eskişehir/TÜRKİYE

ABSTRACT

Ceramic sanitarywares (CS) are the kind of products with complex shapes, requiring ease of cleaning where the hygiene matters. Their most common types are European style toilet, toilet stone, washbasin, urinal, sink and bath tubes. They always have important effects in human life throughout the history. For example; in middle ages, people were living alongside rivers since no sanitary ware was invented. In the present time, as seen in the whole World, demands on sanitarywares in Turkiye continuously increase depending upon urbanization and fast growing construction sector. Therefore, sanitaryware industry is changing and developing day by day. The studies on the relevant change and development can be gathered under two major headlines: design and performance. In this sense, it can be said that the main concern is to develop the performance of CS glazes, which are applied onto the surfaces of sanitaryware bodies and lead to overall attractions, comparingly high mechanical strength and durability against acid–base attacks. Thanks to the latest researches, the glazes with self–cleaning and anti–bacterial properties, resistance to environmental effects have been developed. Moreover, in order to improve the attraction of final products, various coloured, textured, phosphorescent glazes were produced and innovative approaches on opacity with raw materials made. Hereby, the development of CS glazes and their latest aspects will be given.

Keyword: Ceramic Sanitaryware (CS), Glaze, Development.

1. INTRODUCTION

CS is made of the mixture of certain inorganic materials, such as clay, kaolin, quartz and feldspar, being homogenously mixed, then turned into slip, formed by suitable methods and finally fired at 1200–1250 ºC, becoming highly strong product with the water absorption value of < 0.75. CS being with or without glazes, white–or coloured is the main name given to washbasin, bath tub, reservoir, sink, urinal, bidet, shower bath etc. used in bathrooms, toilets and kitchens.

Washbasins: They are the sanitary products used in toilets and bathrooms and can be divided into several groups like ones with complete, half–pedestal, whatnoted, furnished, under or above counter.

Western Style Toilet: It is used for making oneself up by sitting in toilets and bathrooms. It can be pedestal or non–pedestal, universal, wall–detached, with or without flushing tank.

Flushing Tank (Reservoir): It is an equipment holding desired amount of water inside by filling part and flushing water by discharging part to clean up toilet. According to Turkish standards they are classified as three groups: with high, average and low sink.

Toilet Stone: It is a sanitary product used for making oneself up by squatting down in toilets. Depending on washing type, it can be two types: direct (jet) or overall washing. They may also be with water entrance from back or above.

Shower Baths: They are ceramic products used for cleaning afoot in bathrooms.
Bidets: they are employed to clean up certain parts of bodies by sitting on in either toilets or bathrooms. They can be with pedestal or non–pedestal.
Urinals: They are ceramic sanitary products and generally evaluated in gents toilets and partly in bathrooms to pee afoot and can be equipped with a flushing unit or not.
Fixtures (Accessories): They are supplementary units made by ceramic or other type of materials and installed onto or into walls. These products can be gathered in three groups in the commercial sense:
1. Monolithic Products: Their prices are comparingly low and suitable for the concern of low–salary consumers.
2. Assembly Parts: Their price is higher and suitable for the concern of moderate and high–salary consumers.
3. Accessory Parts: They are the completing parts of whole sets, such as whatnot, soap dish, hanger etc. [1].
In SC sector strong global producers are towering players. Europe (except East European countries) is the second big production area after China. The most important European manufacturers are Italy, Spain, Turkiye, England and Germany. Chine became the World biggest SC producer followed by Brazil, Mexico and Turkiye.
According to 2011 data China is 60.2 % shareholder in Asia market, while Turkiye is leading country in Europe with 34.2 %. In Southern America Brazil holds 54.5 % share followed by Colombia with 14.6 %. In 2012, when compared to the year 2011, World exportation values stayed steady. Total exportation was 2.41 million tonnes with the decrease of 1.7 % referring to 4.26 billion USD dollars. First 10 exporters had 72.5 % share from exportation (66.3 % share in term of money). Although exportation lowered by 4.1 % in the year 2011, China holds the leading position. In 2013 World SC exportation was 5.4 billion ABD dollars and importation 5.3 billion dollars [2].
Turkiye is in the 3rd place of World SC sector with 20 million pieces production and in the 5th place with 198 million USD dollars exportation. There are 15 big–sized and more than 40 middle and small–sized companies in Turkiye. Sector speeds up with the increase in domestic construction affairs and thanks to newly established companies, technological investment and competition go increasing. Approximately 45 % of SC products was imported in 2015. However, due to troubles in exterior markets exportation was lowered by 4.3 %. Yet, with the growing effect in domestic market, national production increased. In the first half of 2016 sector had high production and exportation levels and it was expected that growing would continue mainly with the contribution of external demands. In last 3 years, capacity usage rate is above 80 % and if the increase in production goes on, then new investments to improve capacity could be expected [3].

2. HISTORY

In ancient times daily needs like toilets and bath had an important effect in choosing where to settle. In middle age people were living alongside rivers where they easily removed their wastes. Egyptian civilization was making toilet and baths by lime stone or wooden panels with hole in the middle. In history the highest standards belong to Roman civilization. At that time

having a personal toilet was a sign of high welfare. But, general toilets and showers with no privacy were commonly in use (Figure 1) [4–5].

Figure 1. Efes antique city public toilets and toilet stones [6–7].

Figure 2. A public toilet in Roman Empire [8].

Figure 3. Myndos/Gümüşlük ancient bath [9].

In 1596, Sir John Harrington invented the flushing toilet. This had a cistern but people never bought the idea and continued using pots. The idea was not taken into an account until 17th century when Alexander Cumming patented the flushing toilet. They were not utilized until the 18th century when ceramic and porcelain manufactures started to produce bedpans (Figure 4). These were beautifully decorated and had many flushing techniques. The toilet bowls were boxed but this was improved in 1884 to pedestal bowl for storing the water. Strict laws demanded that each home has a bathroom and toilet**.** The supply of fresh water for the upper class and the construction of sewage lines to drain dirty water further encouraged the use of bathrooms and toilets. Industrialization resulted in mass production of bathrooms and toilets which pushed the prices down as competition increased. These were later availed to middle class citizens in USA, Europe and UK. Taking showers was more of a masculine activity and considered therapeutic after a hard working day. At the beginning of twentieth century, bathrooms had cold and hot water from boilers but later on, showers were installed. Early sinks had containers for holding water which was used to wash hands. Later, these were improved to

wooden cabinets followed by steel and finally ceramic type with a pedestal wash basin. As early as 19th century, attractive fixtures were nickel coated. These have been improved to modern attractive taps.

Figure 4. The early toilet designs known as bedpans [10].

(a) **(b)**

Figure 5. (a) Early sinks with wooden or metallic cabinet and (b) the modern ceramic sink with pedestal [10].

After the development of the sanitaryware basic toilet and bathroom; improvements were made to decorate and improve their appearance and utilities. In the USA, France and England, toilet and bathroom were separated. Luxury dwelling rooms were not only equipped with separate bathing and toilet rooms but they also had tiled floors and walls (Figure 6). Some of the luxury rooms were equipped with bidet, showers and bathtub made from copper or zinc. As demand increased, enamelled tubs replaced zinc and copper as they were more attractive, easy to clean and long–lasting. Thus, most modern toilets and bathrooms designs were borrowed from ancient ones.

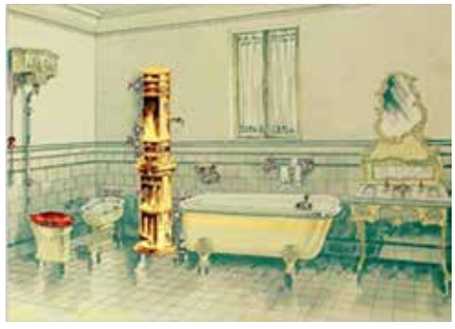


Figure 6. An early sample of luxury dwelling rooms [10].

Figure 7. Modern sanitary wares of the present time [8].

3. CERAMIC SANITARYWARE (CS) GLAZES

Glazes are thin (approximately 100 μm) glassy layers applied onto ceramic surfaces giving them decorative effects and functionality [11–12]. The glazes developed for sanitarywares are designed either with the sense of decoration or the concern of protecting the products from harmful environmental effects. This group exhibits high chemical durability to water, acid or base [13]. Especially sanitarywares for bathroom are undergone strong corrosion effects of cleaning agents. Since SC are among inevitable items in our daily life their selling prices are

also important. Therefore, while desired properties are supplied their cost should be affordable [14–15].

To evaluate glaze quality of SC depends on 3 main factors [16]:

- Melting behaviour and rheological properties of the glaze play an important role on the interaction between glaze and body during firing, affecting the surface properties of the final product directly.
- The colour and opacity of the glaze are the factors determining the selling rate of the products.
- Thermal expansion of the glaze must match with that of the body. During firing, if glaze and body shrink at different rates, this situation negatively affects both surface and mechanical properties [17].

It can easily be noticed that SC are preferred in white colour. There is no clear explanation about whether such a choice is based on a technical reason or not. White colour leads to a sense of purity and trust to product in term of hygiene [18]. Beside this fact, there are different coloured SC introduced for consumers with various choices (Figures 8–9). The glossiness of SC glazes reinforces the sense of cleaning more. That kind of glaze has also property of repelling dirt from the surface.

Figure 8. Coloured toilets and washbasins by Bien Seramik [19].

Figure 9. A bathroom designed with coloured CS [19].

SC glazes consist of silica with network forming ability, fluxing agents which facilitate melting and opacifyers modifying surface texture. Likewise, all kinds of ceramic products, in SC the chemical composition of the glaze must be optimized. This means compromising between some properties and the cost. For example; higher SiO_2 content in the chemical composition improves mechanical strength but increases melting temperature. Moreover, while alkali oxides, such as K_2O and Na_2O, enhance melting behaviour of the glaze, they result in the mismatch between body and glaze [20].

SnO_2, ZrO_2 or $ZrSiO_4$ (zircon) are frequently used as opacifying agents. Although their small amounts of incorporation are sufficient enough to make the glaze opaque, it must be taken into account that their prices are high when compared to other raw materials used. TiO_2, in the form of anatese, is employed as opacifier as well [14, 18]. Additionally, it is known that SiO_2 and Al_2O_3 in glaze composition affect the opacity. For instance; when SiO_2/Al_2O_3 ratio is 10 in the presence of ZnO the opacification ability of zircon is encouraged [11–12]. In the case of colouring agent incorporation into glaze one has to be careful about the interaction between them and other raw materials [20]. Glaze application can be done by different methods. From the industrial point of view, the most commonly employed one is spraying which is suitable for automation, not depending upon operators, minimizing the defects originated from glaze application and quite economical and effective. It is highly preferred especially in order to supply homogeneity in coloured glazes [11, 17, and 20]. It is the fact that the biggest–sized monolithic ceramics are SC in our daily life. They are produced by double firing to prevent surface defects and to improve mechanical properties. At the first firing stage ceramic bodies and at the second glazes are matured. But, double firing such huge products make continuous production difficult in terms of economy and energy efficiency.

4. THE LATEST DEVELOPMENTS IN SANITARYWARES

Some of noteworthy innovation and development studies were made on improving surface properties. As known, the consciousness on the natural sources is increasing day by day. Consequently, producers seek for more environmentally friendly products. In SC trends can be seen moving towards the products, with which cleaning is done by using lower level of water [21]. To develop such products researches on the modification in glaze composition or coating glazed surfaces are conducted. As a result, the contamination of nature by strong chemicals is avoided and high cleaning water usage is prevented [22]. Besides the studies made on SC bodies or glazes, the development of automation systems for maximum hygiene is to be mentioned. Serel Company of Turkiye produced easily cleanable washbasins by easy–wash technology, self–cleaning washbasins, touching controlled batteries, and water directed washbasins so that interaction with dirty surfaces is minimized and places hard to be reached become easily cleaned (Figure 10) [23]. Another important issue in this field is the development of anti–bacterial surfaces. It has been reported that small amount of silver addition into glaze chemical composition leads to anti–bacterial feature to SC surfaces [21]. It has been determined that the relevant products passed all the necessary tests.

Figure 10. Easy wash washbasin by Serel Co. [23].

Moving from double to single firing ceased the usage of dipping method replacing it by spraying. At the same time applying glaze by means of robots speed the production and decreased the level of defects [24]. New technique in glaze application is electrostatic method which does not require high pressure like in spraying method and supplies more homogenous coating. In the technique all the particles are electrically charged and stuck to the surface of bodies presenting low level of glaze losses but there still may be some unglazed parts [24–25].

The other searches on SC can be summarized as follows:

Özel et al. studied the effect of electrolytes and chemical additions on the rheological properties of sanitaryware slips [26–28]. Kısacık and Karasu conducted a search on the development of repairing glaze compositions suitable for ceramic sanitary wares re–firing process [29]. Tunçel et al. investigated the effect of the chemical composition on the pyroplastic deformation of sanitaryware porcelain body [30] and the effect of the particle size of hard raw materials on physical properties of sanitaryware porcelain [31]. Özel and Tunçel examined the evaluation of pyroplastic deformation in sanitaryware porcelain bodies [32]. Medina et al. re–used the sanitary ceramic wastes as coarse aggregate in eco–efficient concretes [33]. Ceramic Research Center and Eczacıbaşı Vitra Co. of Turkiye succeeded on the development of new slip composition to be used in the production of sanitaryware and the outcome was patented [34]. Hopa and Özel studied the effect of kaolin type on pyroplastic deformation in sanitaryware porcelain body [35]. Tarhan et al. searched for the effects of fine fire clay sanitaryware wastes on ceramic wall tiles [36] and re–using sanitaryware waste products in glazed porcelain tile production [37].

5. CONCLUSIONS

The most developments on SC are based on designs and the considerable parts of the examination can be seen on the SC glazes. Glaze chemical composition modification for achieving functional surface properties like anti–bacterial and self–cleaning ability, or coating extra layer on glazed surfaces are the innovative studies conducted recently. The major aims of the researches are to reach maximum hygiene and minimum water consumption. At this point it is thought that automation system became so important. Similar to other branches in scientific World innovation attempts will be non–stop carried on.

REFERENCES

[1] Kafalı, M. A., *Ceramic Sanitarywares*, Turkish Development Bank, Industry–Spesific Researches, Ankara, 2005 (in Turkish).

[2] *Ceramic Sector Report 2014/2*, Turkish Republic, Ministry of Science Industry and Technology, Serial of Sector–Spesific Reports and Analysis, 2014 (in Turkish).

[3] Kaya, D. S., *Ceramic Sector*, Turkish İş Bank, Economical Research Department, September 2016 (in Turkish).

[4]http://www.aonehouse.com/blog/historical-developments-of-sanitaryware-products/(Access date: 16.05.2017).

[5]http://www.affairedeau.com/over-affairedeau/de-geschiedenis-van sanitair.html?id=50&___store=english (Access date: 16.05.2017).

[6] http://www.kusadasiinformation.com/ephesus.html (Access date: 16.05.2017).

[7]http://www.outtheresomewhere.ca/turkey/photo-gallery-of-turkey/attachment/montage-of-turkey-8287/ (Access date: 16.05.2017).
[8]https://yandex.com.tr/gorsel/search?text=antik%20tuvalet%20ve%20banyo&stype=image&lr=103835&noreask=1&source=wiz (Access date: 16.06.2017).
[9]https://yandex.com.tr/gorsel/search?p=8&text=eski%20%C3%A7a%C4%9Flarda%20banyo&lr=103835 (Access date: 16.06.2017).
[10]http://www.aonehouse.com/blog/historical-developments-of-sanitaryware-products/ (Access date: 16.06.2017).
[11] Taylor, J. R., Bull, A. C., *Ceramics Glaze Techn*ology, Pergamon Press, 1986.
[12] Eppler, R. R., Eppler, D. R., *Glaze and Glass Coatings*, The American Ceramic Society, 2000.
[13] Kingery, W. D., Bowen, H. K., Uhlmann, D. R., *Introduction to Ceramics*, John Wiley and Sons Inc., 1976.
[14] Knies, F., Schrantz, K., Aneziris, C., Gauckler, L., Graule, T., Superhydrophilic Glazes for Sanitaryware, J. Ceram. Sci. Tech. 7, 1, 53–64, 2016.
[15] Boudeghdegh, K., Diella, V., Bernasconi, A., Roula, A., Amirouche, Y., Composition Effects on the Whiteness and Physical–Mechanical Properties of Traditional Sanitary–Ware Glaze, Journal of the European Ceramic Society 35, 13, 3735–3741, 2015.
[16] Bernasconi, A., Diella, V., Marinoni, N., Pavese, A., Francescon, F., Influence of Composition on Some Industrially Relevant Properties of Traditional Sanitary–Ware Glaze, Ceramics International 38, 5859–5870, 2012.
[17] Reed, J. S., *Principles of Ceramics Processing*, John Wiley and Sons Inc., 1995.
[18] Teixeira, S., Bernardin, A. M., Development od TiO_2 White Glazes for Ceramic Tiles, Dyes Pigments 80, 292–296, 2009.
[19] http://www.bienseramik.com.tr/vitrifiye (Access date: 16.06.2017).
[20] Singer, F., German, W. L., *Ceramic Glazes,* Borax Consolidated Limited, London, 1971.
[21] Agné, T., Sanitary Ware with Easy Cleaning and/or Antibacterial Properties, Tenside Surfactants Detergents 44, 222–225, 2007.
[22] Cacciotti, I., Nanni, F., Campaniello, V., Lamastra, F.R., Development of a Transparent Hydrorepellent Modified SiO_2 Coatings for Glazed Sanitarywares, Materials Chemistry and Physics 146, 240–252, 2014.
[23] http://www.serfed.com/tr/content.php?content_id=785 (Access date: 27.06.2017).
[24] Güner, Y., *Structure and Development of Our Ceramic Sanitaryware Industry*, TMMOB, Chamber of Machinary Engineers, Proceedings of 89 Industry Congress, 105–107, 1989 (in Turkish).
[25] Mercan, M., Glazing Techniques, TMMOB, Chamber of Metallurgical Engineers Metallurgy, 23, No:121, 18–22, 1999 (in Turkish).
[26] Özel, E., Ay, N., Pütün, E., *The Effect of Electrolytes and Chemical Additions on the Rheology of Slips Containing Clay*, Proceedings of VIII. National Clay Symposium, Kütahya, 109–116, 1997 (in Turkish).
[27] Özel, E., Ay, N. and Pütün, E., *The Effect of Electrolytes on the Rheological Properties of Sanitaryware Slips*, Proceedings of IV. Ceramic Congress, Eskişehir, 33–39, 1998 (in Turkish).

[28] Özel, E., Ay, N. and Pütün, E., Effect of Electrolytes on Sanitaryware Slip, Ceramic Bulletin, The American Ceramic Society, 73–75, 1999.
[29] Kısacık, Y., Karasu, B., *Development of Repairing Glaze Compositions Suitable for Ceramic Sanitary Wares Re–firing Process*, Proceeding Books of the IV. Ceramic, Glass, Enamel, Glaze and Pigment Seminar with International Participation (SERES 2007) Eskişehir, 37–45, 2007 (in Turkish).
[30] Tunçel, D. Y., Kara, M. K., Ozel, E., Effect of the Chemical Composition on the Pyroplastic Deformation of Sanitaryware Porcelain Body, IOP Conf. Ser.: Materials Science and Engineering 18, 222025 Doi:10.1088/1757–899X/18/22/222025, 2011.
[31] Ozel, E., Tunçel, D. Y., Kara, M. K., Effect of the Particle Size of Hard Raw Materials on Physical Properties of Sanitaryware Porcelain, J Fac. Eng. Arch. Gazi Univ., Vol 26, No 2, 299–306, June 2011.
[32] Ozel, E., Tunçel, D. Y., Evaluation of Pyroplastic Deformation in Sanitaryware Porcelain Bodies, Ceramics International, 38, 2, 1399–1407, 2012.
[33] Medina, C., Sánchez de Rojas, M. I., Frías, M., Reuse of Sanitary Ceramic Wastes as Coarse Aggregate in Eco–Efficient Concretes, Cement & Concrete Composites 34, 48–54, 2012.
[34] Özen, N., Gençoğlu, P., Kara, A., Tecen, B., A New Slip Composition/Recipe for the Production of Ceramic Sanitarywares, Patent No: TR 2014 15838 B, 2014 (in Turkish).
[34] Hopa, Y., Özel, E., The Effect of Kaolin Type on Pyroplastic Deformation in Sanitaryware Porcelain Body, J Fac. Eng. Arch. Gazi Univ.,Vol. 31, No.2; 313–322, 2016 (in Turkish).
[35] Tarhan, M., Tarhan, B., Aydin, T., The Effects of Fine Fire Clay Sanitary Ware Wastes on Ceramic Wall Tiles, Ceramics International 42, 17110–17115, 2016.
[36] Tarhan, B., Tarhan, M., Aydin, T., Reusing Sanitaryware Waste Products in Glazed Porcelain Tile Production, Ceramics International 43, 3107–3112, 2017.

GELENEKTEN GELECEĞE SERAMİK SAĞLIK GERECİ SIRLARI

Bekir KARASU, İrem Nur Gamze ŞİMŞEK

Anadolu Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü, Eskişehir/TÜRKİYE

ÖZET

Seramik Sağlık Gereci (SSG); hijyenin söz konusu olduğu, kolay temizlenebilme gerektiren karmaşık şekilli parçaların eldesinde kullanılan bir geleneksel seramik çeşididir. SSG'nin en yaygın türlerine klozet, lavabo, pisuar, duş teknesi örnekleri verilebilir. Sağlık gereçlerinin tarih boyunca günlük hayata önemli etkileri olmuştur. Mesela; ortaçağda insanlar bu gereçler henüz geliştirilmemiş olduğundan nehir kenarlarında yaşamayı tercih etmişlerdir. Günümüzde, dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de artan şehirleşmeye bağlı büyüyen inşaat sektörüyle doğru orantılı biçimde SSG'nin pazar talebi arttığından, sektör sürekli gelişim ve değişim halindedir. İlgili değişim ve gelişime yönelik üzerinde çalışılan alanlar tasarım ve performans şeklinde iki ana başlık altında toplanabilir. Bu bağlamda, SSG sırlarının performansının geliştirilmesi konusunun etkin rol oynadığı söylenebilir. Yüzeye uygulanan sırlar temelde ürünün genel görselliğini arttırmayı, yüzeyin nispeten daha iyi mekanik özelliklere sahip olmasını ve asidik–bazik ortamlara dayanımını sağlar. Son dönem çalışmalarıyla kendi kendini temizleyen ya da daha kolay temizlenebilen, anti–bakteriyel ve çevresel etkilere daha dayanıklı sırlar geliştirilmiştir. Ayrıca, nihai ürünün albenisini arttırıcı, çeşitli renklerde, özel dokulu, karanlıkta parlayan sırlara ve opaklık için kullanılan hammaddelerle ilgili yapılan yeniliklere de rastlanmaktadır. Bu çalışmada, SSG sırlarının gelişimi ve günümüzdeki son durumları konu edinilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Seramik Sağlık Gereçleri (SSG), Sır, Gelişim.

1. GİRİŞ

SSG; kil, kaolen, kuvars ve feldispat gibi inorganik maddelerin belirli oranlarda karıştırılarak akışkan bir çamur haline getirilmesi, sonrasında bu çamurun uygun yöntemlerle şekillendirilip 1200–1250 ºC'de pişirilerek sertleştirilmesi suretiyle elde edilen ve su emme değeri % 0,75'in altında olan ürünlerdir. Seramik sağlık gereçleri banyo, tuvalet, mutfak gibi alanlarda değerlendirilen lavabo, eviye, klozet, rezervuar, bide, hela taşı, pisuar, duş teknesi vb. sırlı–sırsız, beyaz–renkli ürünlerin genel adıdır.

Lavabolar: Tuvalet ve banyolarda el yıkamak için kullanılan, pis suyu sifon yardımıyla gider borusuna gönderen tesisat elemanlarıdır. Tam ayaklı, ayaksız, yarım (asma) ayaklı, etajerli, dolaplı (mobilyalı), tezgâh altı ve üstü olmak üzere çeşitli gruplara ayrılırlar.

Klozet (Alafranga Hela Taşı): Tuvalet ve banyolarda otururak taharet yapmak için kullanılan bir tesisat ögesidir. Ayaklı, ayaksız, rezervuarlı, rezervuarsız, alttan çıkışlı, üniversal ve duvara dayalı şeklinde sınıflandırılırlar.

Rezervuar: Doldurma grubu vasıtası ile istenilen miktarda yıkama suyunu bünyesinde depolayan ve boşaltma grubu sayesinde yıkama suyunu boşaltarak hela taşı veya klozetin yıkanmasını sağlayan donanımdır. Türk Standardına göre, rezervuarlar yüksek, orta ve düşük evyeli olmak üzere üçe sınıfa ayrılırlar.

Hela Taşı: Tuvaletlerde çömelerek ihtiyaç gidermek için kullanılan bir sağlık gereci elemanıdır. Yıkama şekline göre direkt (jet) veya çevre yıkamalı olmak üzere ikiye ayrılırlar. Temiz su girişine göre de arkadan ve üstten girişli olarak belirlenirler.
Duş Tekneleri: Banyolarda, ayakta yıkanmak için yararlanılan, seramikten yapılmış sağlık gereçleridir.
Bideler: Tuvalet veya banyolarda, üzerine oturularak vücudun belirli yerlerini temizlemekte kullanılan elemanlardır. Ayaklı ve ayaksız şeklinde ikiye ayrılırlar.
Pisuarlar: genellikle erkek tuvaletlerinde ve kısmen banyolarda ayakta idrar atımı için faydalanılan, seramikten yapılmış tesisat ögeleridir. Sifonlu ve sifonsuz olmak üzere iki şekildedirler.
Aksesuarlar: Banyo ve mutfaklarda, genellikle duvarlara gömme veya vidalı biçimde monte edilen, seramik ve çeşitli malzemelerden üretilebilen yardımcı parçalardır. Bu ürünler ticari anlamda üç grupta toplanmaktadırlar:
1. Tek Parça Ürünler: Fiyatı göreceli olarak daha ucuz olup gelir düzeyi düşük tüketicilere hitap ederler.
2. Takım Parça Ürünler: Fiyatı daha yüksek olup orta ve üst gelir gruplarına hitap ederler.
3. Aksesuar Parça Ürünler: Takımları tamamlayan etajer, sabunluk, askı, tuvalet kâğıtlığı, vb. ürünlerdir [1].
SSG sektöründe büyük küresel üreticiler ön planda yer almaktadır. Avrupa (Doğu Avrupa ülkeleri hariç), Çin'den sonra dünyadaki en büyük üreticidir. Avrupa'nın en önemli üreticileri: İtalya, İspanya, Türkiye, Fransa, İngiltere ve Almanya'dır.
Çin, seramik sağlık gereçleri sektöründe dünyadaki en büyük üreticidir. Onu sırasıyla, Brezilya, Meksika ve Türkiye takip etmektedir.
2011 itibari ile Çin Asya pazarında % 60,2'lik bir paya sahip iken Türkiye % 34,2 ile Avrupa pazarında lider durumdadır. Güney Amerika'da Brezilya % 54,5'lik pay ile birinci sırada yer alırken onu % 14,6 ile Kolombiya takip etmiştir.
2012'de dünya SSG ihracat değerleri 2011 yılı değerleri ile kıyaslandığı zaman sabit kalmıştır. Toplam ihracat miktarı 2011 yılı ile karşılaştırıldığında % 1,7'lik bir düşüşle 2,41 milyon ton, dünya toplam ihracat değeri de aynı oranda bir düşüşle 4,26 milyar dolar seviyesinde gerçekleşmiştir. İlk on ihracatçı ülke toplam ihracattan miktar olarak % 72,5, değer olarak da % 66,3'ünden pay almaktadır. İhracatında 2011 yılına göre % 4,1'lik bir düşüş olmasına rağmen bu ülkeler içinde Çin ilk sıradadır.
2013 yılında dünya seramik sağlık gereçleri ihracatı 5,4 milyar ABD doları, ithalatı ise 5,3 milyar ABD doları olarak gerçekleşmiştir [2].
Türkiye, dünya seramik sağlık gereçleri sektöründe 20 milyon adet üretimiyle üçüncü, 198 milyon dolar ihracatıyla beşinci sıradadır. Türkiye'de büyük ölçekte üretim yapan 15 firma, ülkemizin çeşitli yerlerinde faaliyet gösteren 40'ın üzerinde küçük ve orta ölçekli şirket bulunmaktadır. Sektör, yurt içinde inşaat işlerinin büyümesine paralel olarak hızla gelişmeye başlamış, piyasaya yeni giren firmalar sayesinde teknolojik yatırımlar ve rekabet giderek artmıştır. SSG üretiminin yaklaşık % 45'lik kısmı ihraç edilmekte olup 2015'te dış pazarlardaki sıkıntılar yüzünden ihracat % 4,3 azalmıştır. İhracattaki zayıf görünüme rağmen sektörün üretimi iç pazarda gözlenen hızlı büyümenin etkisiyle 2015 yılında artış kaydetmiştir. 2016'nın ilk yarısında yüksek üretim ve ihracat artışları yaşayan sektörün yıl genelinde ağırlıklı olarak dış talebin katkısıyla büyümesi beklenmiştir. Son 3 yıldır kapasite kullanım

oranı % 80'in üzerinde gerçekleşen sektörde, önümüzdeki dönemde üretim artışının devamı halinde kapasite artırımına yönelik yatırımların gündeme gelmesi söz konusudur [3].

2. TARİHÇE

Antik çağlarda tuvalet, banyo gibi zaruri ihtiyaçların giderilmesinin medeniyetlerin yaşadıkları yerler üzerinde bile etkin olduğu söylenebilir. Ortaçağda insanlar atıklarını daha kolay uzaklaştırmak için nehir kenarlarında yaşamayı tercih etmekteydiler. Mısır uygarlığı tuvalet ve banyolarını kireç taşı ya da ortasında delik bulunan ahşap levhalardan yapmışlardır. Tarihte bu konudaki en yüksek standartların Roma medeniyetine ait olduğu gözlenmiştir. Bu zamanlarda insanların özel tuvaletlerinin olması bir refah göstergesiydi. Ancak, hiçbir mahremiyeti olmayan umumi duşlar ve tuvaletler de oldukça yaygın biçimde kullanılmaktaydı (Görsel 1) [4–5].

Görsel 1. Efes antik kenti umumi tuvaletleri ve hela taşları [6–7].

Görsel 2. Roma Dönemine ait bir umumi tuvalet [8].

Görsel 3. Myndos/Gümüşlük eski çağ kalıntıları hamam [9].

1596'da, Sör John Harrington su tankı takviyeli klozeti bulmuş ancak, insanlar bu fikri kabullenmeyip dışkı çanakları kullanmaya devam etmişlerdir. Fikir, 17. yüzyılda Alexander Cumming'in klozeti patentlemesine kadar dikkate alınmamış ve değerlendirilmesi ancak seramik ve porselen yapımcılarının 18. yüzyılda lazımlıkları üretmesinden sonra başlamıştır.

Bunlar çok güzel bir biçimde dekorlanmış ve pek çok boşaltım tekniğini içeren ürünlerdi. 1984'de ayaklı su tankı iyileştirmesi yapılmıştır.

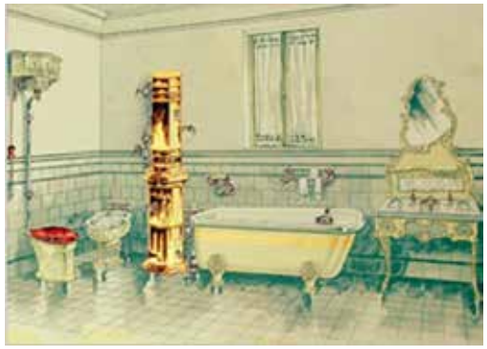
Görsel 4. Lazımlık olarak anılan ilk klozet tasarımları [10].

18. yüzyılda ki gelişimlerine rağmen klozetlerin çoğu pahalı ve karmaşık olmaları yüzünden evlerdeki yerini alamamıştır. 19. yüzyılda tuvaletteki hızlı gelişme seramik tuvalet ve banyoların üretimiyle sonuçlandı. Sanayileşme ve şehirleşmeden dolayı iyi atık sistemlerine ihtiyaç duyan büyük şehirler ortaya çıktı. Sıkı kanunlar her evin banyo ve tuvalete sahip olması zorunluluğunu getirdi. Üst düzey taze su arzı ve kirli suyun tahliyesi için lağım kanallarının yapımı banyo ve tuvalet kullanımını arttırdı. Endüstrileşme büyük miktarda banyo ve tuvalet üretimini beraberinde getirirken aynı zamanda rekabet artışıyla satış fiyatları da aşağıya çekildi. Bu durum ABD ve İngiltere'de orta sınıfa yarar sağladı. Duş alma, erkeksi (maskülen) bir aktiviteydi ve sıkı bir iş gününün ardından adeta terapi olarak düşünülüyordu. 20. yüzyılın başlarında banyolara ısıtıcılardan soğuk ve sıcak su sağlandı, sonra da duşlar monte edildi. İlk el yıkama maksatlı lavabolarda suyu biriktiren depolar vardı. Daha sonra, sırasıyla ahşap kabinler, çelik ve seramik versiyonlarına geçildi. 19. yüzyıldan itibaren nikel kaplı musluklarla başlayan ek aparatlar yerini modern formlara bıraktı.

(a) **(b)**

Görsel 5. (a) Ahşap ya da metalden yapılan ilk, (b) dik ayaklı modern seramik lavabolar [10].

Tuvalet ve banyoların temel gelişimlerinin ardından bunların görüntülerini güzelleştirme ve işlevlerini arttırma çalışmaları gerçekleştirildi. ABD, Fransa ve İngiltere'de tuvalet ve banyolar ayrıldı. Lüks banyolar ayrı klozet ve banyo unsurlarının yanı sıra yer ve duvar karolarıyla döşendi. Bunların bazılarında bide, duş ve bakır ya da çinkodan yapılmış küvet vardı. Talep arttıkça, çinko ve bakır küvetlerin yerini daha çekici, temizlenmesi kolay ve uzun ömürlü emaye küvetler aldı. Böylece, antik zamanlardakilerini anımsatan modern tuvalet ve banyo tasarımları da ortaya çıktı.



Görsel 6. İlk modern lüks banyo seti örneği [10].

Görsel 7. Günümüz modern sağlık gereçleri [8].

3. SERAMİK SAĞLIK GERECİ (SSG) SIRLARI

Sırlar, seramik bünyelerin yüzeyine uygulanan, hem dekoratif hem de işlevsel rolleri bulunan ince camsı tabakalardır [11–12]. Sağlık gereçleri için geliştirilen sırlar da sadece görselliğe yönelik değil, aynı zamanda çevresel etkilerden ürünü koruyabilecek şekilde tasarlanmaktadır. Bu grup sırlar su, asit ya da bazlara karşı kimyasal dayanım sergilerler [13]. Özellikle banyo seramik gereçleri; temizlik amacıyla kullanılan, oldukça güçlü kimyasallara maruz kalmaktadır. SSG günlük hayatın vazgeçilmez bir parçası olduğundan, kullanıcıların ulaşabileceği fiyatlar da, satışa sunulması da önemli bir kıstastır. Dolayısıyla, SSG sırlarının temel gereklilikleri sağlanırken aynı zamanda düşük maliyetli olmaları arzulanmaktadır [14–15].

SSG sırlarında sır kalitesinin değerlendirilmesi 3 temel etkene dayanmaktadır [16]:

- Sırın ergiyebilirlik davranışı ve reolojik özellikleri pişirim sırasında ham sırın seramik bünyeyle olan etkileşiminde önemli rol oynamakta, bu ilişki nihai ürünün yüzey özelliklerini doğrudan etkilemektedir.
- Sırın rengi ve opaklığı seramik parçanın satılabilirliğini belirleyen en önemli etkenlerdendir.
- Sırın ısıl genleşme değerinin bünyeyle uyum halinde olması gerekmektedir. Pişirim sırasında bünye ve sırın çok farklı oranlarda küçülmesi, ürünün hem yüzey hem de mekanik özelliklerinin olumsuz yönde etkilenmesine yol açmaktadır [17].

SSG ürünlerin genellikle beyaz renkte tercih edildiği kolaylıkla gözlenebilmektedir. Bu renk tercihinin ve üretiminin teknik bir sebebi olup olmadığına dair bir açıklamaya rastlanmamıştır. Beyaz renk, insanda temizlik algısı yaratmakta ve hijyeni kritik ürünlerin temiz olduğuna dair güveni arttırmaktadır [18]. Yine de, beyaz dışındaki SSG'ler de farklı kavram ve tercihlere sahip kullanıcılar için satışa sunulmaktadır (Görsel 8–9). SSG sırlarının parlaklığı, temizlik algısını daha da güçlendirirken, bu tür sırlar aynı zamanda kirlerin yüzeye tutunmasını zorlaştıran yüzey özelliklerine sahiptir.

Görsel 8. Renkli klozet ve lavabolar (Bien Seramik) [19].

Görsel 9. Renkli SSG kullanılarak tasarımlanmış bir banyo [19].

SSG sırları, iskelet görevi üstlenen silika (SiO_2), ergime davranışının geliştirilmesini ve düzenlenmesini sağlayan ergiticiler ve görünümü düzenleyici opaklaştırıcılardan oluşmaktadır. Bütün seramik türlerinde olduğu gibi, sağlık gereci ürünlerinin sırlarında da bileşimin optimize edilmesi gerekmektedir. Bu durum, bazı özelliklerden ödün vermek ya da maliyeti yükseltmek anlamına gelebilmektedir. Örneğin, sırın bileşiminde yüksek oranda SiO_2 bulunması sırın sertlik ve dayanımıyla birlikte pişirim sıcaklığını da arttırmaktadır. Ayrıca, K_2O, Na_2O gibi alkali oksitlerin kullanımı ergime davranışlarını iyileştirmekle birlikte ısıl genleşme katsayısını arttırarak sır–bünye uyumsuzluğu problemine yol açabilmektedir [20].

SnO_2, ZrO_2 veya $ZrSiO_4$ (zirkon), sıklıkla kullanılan opaklaştırıcılardır. Bu opaklaştırıcıların az miktarda ilaveleri bile sırı opaklaştırmaya yetse de, diğer hammaddelere oranla daha pahalıdırlar. Anataz formundaki TiO_2'de opaklaştırıcı olarak kullanılabilmektedir [14, 18]. İlaveten, sır bileşimindeki SiO_2 ve Al_2O_3'in de opaklığı etkiledikleri bilinmektedir. Örneğin; zirkonun, 10 değerindeki mol oranına sahip SiO_2/Al_2O_3 ve ZnO varlığında opaklaştırıcı etkisinin geliştiği bildirilmiştir [11–12]. Ayrıca, renklendirici kullanılıyorsa, renklendirme amacıyla katılan bileşiğin diğer hammaddelerle etkileşimine dikkat edilmelidir [20].

Sır uygulaması birden fazla yöntemle yapılabilmektedir. Endüstriyel açıdan kullanılan en yaygın yöntem püskürtmedir. Püskürtme işlemi otomasyona elverişli, operatöre bağımlı olmayan ve sır uygulamasından kaynaklanan hataları azaltan, ekonomik ve etkili bir yöntemdir. Özellikle renklendirilmiş sırlarda renk homojenliğini sağlamak için sıklıkla tercih edilir [11, 17 ve 20].

Günlük hayatta kullanılan en büyük yekpare seramiklerin SSG ürünler olduğu görülmektedir. Yüzey hatalarını önlemek, dolayısıyla da mekanik özelliklerini iyileştirmek amacıyla çift pişirimle üretilmektedirler. İlk pişirimde seramik bünye, ikinci pişirimde sır olgunlaştırılmaktadır. Ancak, böyle büyük parçaların iki kez fırınlanması hem ekonomi, hem de enerji verimliliği açısından seri üretimi zorlaştıran bir durumdur.

4. SERAMİK SAĞLIK GERECİNDE YAŞANAN SON GELİŞMELER

SSG'lerde yapılan yenilik ve geliştirme çalışmalarının kayda değer bir kısmının yüzey özelliklerinin iyileştirilmesi üzerine olduğu söylenebilir. Bilindiği gibi, doğal kaynakların önemi her geçen gün artmaktadır. Buna bağlı olarak firmalar, daha çevreci ürünler elde etme arayışına girmişlerdir. SSG'lerde de daha az su kullanılarak temizliğin sağlanabildiği ürünlere yönelik çalışmalar göze çarpmaktadır [21]. Böylesi ürünlerin geliştirilmesi için, sır bileşiminde düzenleme ya da sır üzerine ayrı bir kaplama araştırmaları yapılmaktadır. Sonuçta, hem güçlü kimyasalların doğal kaynakları kirletmesi engellenmekte, hem de temizlik için kullanılması gereken su miktarından tasarruf sağlanmaktadır [22].

SSG bünye ya da sırları dışında, maksimum hijyen için otomasyon sistemlerinin geliştirilmesi de ticarileşmiş bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Serel Firması'nın geliştirdiği kolay yıkanabilme (easywash) teknolojisiyle; dokunma kontrollü bataryalar, kendi kendini temizleyen lavabolar ve suya yön vererek temizliği sağlayan klozetler ile hijyenik riskli yüzeylerle temas minimuma indirilmiş, temizliği zor yerlerin temizliği daha etkin bir biçimde yapılabilecek hale getirilmiştir (Görsel 10) [23].

SSG'lere anti–bakteriyel özelliklerin kazandırılması bir diğer önemli konudur. Sır bileşimine az miktarda gümüş ilavesiyle, SSG yüzeyinin anti–bakteriyel özellik kazanabildiği

bildirilmiştir [21]. Ürünün ilgili testler sonucunda performansını uzun süre koruduğu görülmüştür.

Görsel 10. Serel Firması'nın kendi kendini temizleyen lavabosu [23].

Çift pişirimden tek pişirime geçiş ile daha önce kullanılan daldırma yöntemi, yerini tamamen pistole uygulamasına bırakmıştır. Ayrıca, pistole yönteminin de insan gücü yerine robotlarla gerçekleştirilmesi; hem hata oranını düşürmüş hem de üretim hızını arttırmıştır [24]. Sır uygulama metotlarında yeni sayılabilecek elektrostatik sırlama, püskürtmeli yöntemlerde ihtiyaç duyulan yüksek basınçlara gerek kalmadan, yüzeylerin daha homojen bir şekilde kaplanabilmesine imkân tanımaktadır. Bu yöntemde sıra elektriksel yük uygulanarak tanecikler bünyeye yapıştırılmaktadır. Ancak, sır kaybı diğer yöntemlere göre daha az olsa da, sırın ulaşamadığı bölgeler kalabilmektedir [24–25].

Sağlık gereçleri üzerine yapılan diğer çalışmalar kapsamında Özel ve arkadaşlarının elektrolitin ve kimyasal ilavelerinin sağlık gereçleri döküm çamurlarının reolojisine etkilerinden [26–28], Kısacık ve Karasu'nun seramik sağlık gereçlerinde ikinci pişirim sürecinde kullanıma yönelik onarım sırı bileşimlerinin geliştirilmesinden [29], Tunçel ve arkadaşlarının kimyasal bileşimin sağlık gereci porselen bünyenin piroplastik deformasyonuna [30], sert hammadde tane boyutunun sağlık porseleninin fiziksel özelliklerine etkisinden [31], Özel ve Tunçel'in sağlık gereci porselen bünyelerde piroplastik deformasyonun değerlendirilmesinden [32], Medina ve arkadaşlarının seramik sağlık gereci atıklarının kaba agrega olarak eko–etkin betonlarda yeniden kullanımından [33], Seramik Araştırma Merkezi ve Eczacıbaşı Vitra A.Ş. tarafından ortaklaşa gerçekleştirilen ve patentlenen seramik sağlık gereçleri üretiminde kullanılacak yeni bir çamur kompozisyonu/reçetesi üzerine çalışmadan [34], Hopa ve Özel'in kaolen türünün sağlık gereçleri porselen bünyesinin piroplastik deformasyonu üzerine etkisinden [35], Tarhan ve arkadaşlarının sağlık gereci atıklarının seramik duvar karolarına etkilerinden [36], sağlık gereci atıklarının sırlı porselen karo üretiminde yeniden kullanımından [37] bahsedilebilir.

5. GENEL DEĞERLENDİRME

Seramik sağlık gereçlerindeki gelişmelerin büyük bir kısmı kavram ve tasarım üzerineyken, işlevsellik anlamındaki gelişmelerin önemli bir kısmının da seramik sağlık gereci sırları üzerine olduğu görülmektedir. Anti–bakteriyellik, kendi kendini temizleme gibi işlevsel yüzey özellikleri sır düzenlemesi ya da yüzeye ekstra bir kaplama uygulanmasıyla mümkün kılınmaktadır. Çalışmaların genel amacının, maksimum hijyen ve minimum su sarfiyatı

üzerine yoğunlaştığı gözlenmektedir. Bu noktada otomasyon sistemlerinin de önem kazanmaya başladığı düşünülmektedir. Bilim camiasının diğer alanlarında olduğu gibi, seramik sağlık gereci sırları üzerine halen yapılabilecek pek çok çalışma ve geliştirme mevcuttur.

KAYNAKÇA

[1] Kafalı, M. A., *Seramik Sağlık Gereçleri*, Türkiye Kalkınma Bankası, Sektörel Araştırmalar, Ankara, 2005.

[2] *Seramik Sektörü Raporu 2014/2*, T. C. Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Sanayi Genel Müdürlüğü, Sektörel Raporlar ve Analizler Serisi, 2014.

[3] Kaya, D. S., *Seramik Sektörü*, Türkiye İş Bankası, İktisadi Araştırmalar Bölümü, Eylül 2016.

[4]http://www.aonehouse.com/blog/historical-developments-of-sanitaryware-products/ (Erişim Tarihi:16.05.2017).

[5]http://www.affairedeau.com/over-affairedeau/de-geschiedenis-van sanitair.html?id=50&___store=english (Erişim Tarihi: 16.05.2017).

[6] http://www.kusadasiinformation.com/ephesus.html (Erişim Tarihi: 16.05.2017).

[7]http://www.outtheresomewhere.ca/turkey/photo-gallery-of-turkey/attachment/montage-of-turkey-8287/ (Erişim Tarihi: 16.05.2017).

[8]https://yandex.com.tr/gorsel/search?text=antik%20tuvalet%20ve%20banyo&stype=image&lr=103835&noreask=1&source=wiz (Erişim Tarihi: 16.06.2017).

[9]https://yandex.com.tr/gorsel/search?p=8&text=eski%20%C3%A7a%C4%9Flarda%20banyo&lr=103835 (Erişim Tarihi: 16.06.2017).

[10]http://www.aonehouse.com/blog/historical-developments-of-sanitaryware-products/(Erişim Tarihi: 16.06.2017).

[11] Taylor, J. R., Bull, A. C., *Ceramics Glaze Techn*ology, Pergamon Press, 1986.

[12] Eppler, R. R., Eppler, D. R., *Glaze and Glass Coatings*, The American Ceramic Society, 2000.

[13] Kingery, W. D., Bowen, H. K., Uhlmann, D. R., *Introduction to Ceramics*, John Wiley and Sons Inc., 1976.

[14] Knies, F., Schrantz, K., Aneziris, C., Gauckler, L., Graule, T., Superhydrophilic Glazes for Sanitaryware, J. Ceram. Sci. Tech. 7, 1, 53–64, 2016.

[15] Boudeghdegh, K., Diella, V., Bernasconi, A., Roula, A., Amirouche, Y., Composition Effects on the Whiteness and Physical–Mechanical Properties of Traditional Sanitary–Ware Glaze, Journal of the European Ceramic Society 35, 13, 3735–3741, 2015.

[16] Bernasconi, A., Diella, V., Marinoni, N., Pavese, A., Francescon, F., Influence of Composition on Some Industrially Relevant Properties of Traditional Sanitary–Ware Glaze, Ceramics International 38, 5859–5870, 2012.

[17] Reed, J. S., *Principles of Ceramics Processing*, John Wiley and Sons Inc., 1995.

[18] Teixeira, S., Bernardin, A. M., Development od TiO_2 White Glazes for Ceramic Tiles, Dyes Pigments 80, 292–296, 2009.

[19] http://www.bienseramik.com.tr/vitrifiye (Erişim Tarihi: 16.06.2017).

[20] Singer, F., German, W. L., *Ceramic Glazes,* Borax Consolidated Limited, London, 1971.

[21] Agné, T., Sanitary Ware with Easy Cleaning and/or Antibacterial Properties, Tenside Surfactants Detergents 44, 222–225, 2007.
[22] Cacciotti, I., Nanni, F., Campaniello, V., Lamastra, F.R., Development of A Transparent Hydrorepellent Modified SiO_2 Coatings for Glazed Sanitarywares, Materials Chemistry and Physics 146, 240–252, 2014.
[23] http://www.serfed.com/tr/content.php?content_id=785 (Erişim tarihi: 27.06.2017).
[24] Güner, Y., *Seramik Sağlık Gereçleri Sanayimizin Yapısı ve Gelişimi*, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, 89 Sanayi Kongresi Bildirileri, 105–107, 1989.
[25] Mercan, M., Sırlama Teknikleri, TMMOB Metalurji ve Malzeme Mühendisleri Odası, Metalurji Dergisi 23, Sayı:121, 18–22, 1999.
[26] Özel, E., Ay, N., Pütün, E., *Kil İçeren Çamurların Reolojisine Elektrolitin ve Kimyasal İlavelerin Etkisi*, VIII. Ulusal Kil Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Kütahya, 109–116, 1997.
[27] Özel, E., Ay, N. ve Pütün, E., *Sağlık Gereçleri Döküm Çamurlarının Reolojik Özellikleri Üzerine Elektrolitlerin Etkisi*, IV. Seramik Kongresi Bildiriler Kitabı, Eskişehir, 33–39, 1998.
[28] Özel, E., Ay, N. and Pütün, E., Effect of Electrolytes on Sanitaryware Slip, Ceramic Bulletin, The American Ceramic Society, 73–75, 1999.
[29] Kısacık, Y., Karasu, B., *Seramik Sağlık Gereçlerinde İkinci Pişirim Sürecinde Kullanıma Yönelik Onarım Sırı Bileşimlerinin Geliştirilmesi*, IV. Uluslararası Katılımlı Seramik, Cam, Emaye, Sır ve Boya Semineri (SERES'07) Bildiriler Kitabı, Eskişehir, 37–45, 2007.
[30] Tunçel, D. Y., Kara, M. K., Ozel, E., Effect of the Chemical Composition on the Pyroplastic Deformation of Sanitaryware Porcelain Body, IOP Conf. Ser.: Materials Science and Engineering 18, 222025 Doi:10.1088/1757–899X/18/22/222025, 2011.
[31] Ozel, E., Tunçel, D. Y., Kara, M. K., Sert Hammadde Tane Boyutunun Sağlık Porseleninin Fiziksel Özelliklerine Etkisi, J Fac. Eng. Arch. Gazi Univ., Vol 26, No 2, 299–306, June 2011.
[32] Ozel, E., Tunçel, D. Y., Evaluation of Pyroplastic Deformation in Sanitaryware Porcelain Bodies, Ceramics International, 38, 2, 1399–1407, 2012.
[33] Medina, C., Sánchez de Rojas, M. I., Frías, M., Reuse of Sanitary Ceramic Wastes as Coarse Aggregate in Eco–Efficient Concretes, Cement & Concrete Composites 34, 48–54, 2012.
[34] Özen, N., Gençoğlu, P., Kara, A., Tecen, B., Seramik Sağlık Gereçleri Üretiminde Kullanılacak Yeni Bir Çamur Kompozisyonu/Reçetesi, Patent No: TR 2014 15838 B, 2014.
[34] Hopa, Y., Özel, E., Kaolen Türünün Sağlık Gereçleri Porselen Bünyesinin Piroplastik Deformasyonu Üzerine Etkisi, J Fac. Eng. Arch. Gazi Univ.,Vol. 31, No.2; 313–322, 2016.
[35] Tarhan, M., Tarhan, B., Aydin, T., The Effects of Fine Fire Clay Sanitary Ware Wastes on Ceramic Wall Tiles, Ceramics International 42, 17110–17115, 2016.
[36] Tarhan, B., Tarhan, M., Aydin, T., Reusing Sanitaryware Waste Products in Glazed Porcelain Tile Production, Ceramics International 43, 3107–3112, 2017.

PREPARING CASTING CLAY WITH KINIK POTTERY CLAY AND VITREOUS CHINA CLAY

Soner GENÇ[1], Esra ÖZTÜRK RAZİ[2], Pınar GENÇ[3],

[1,2] Anadolu University, Faculty of Fine Arts, Department of Ceramics

[3] Anadolu University, School For The Handicapped, Ceramics Art Major

Eskişehir/TURKEY

ABSTRACT

Kınık is a village of Pazaryeri district in Bilecik. About 100 years ago, a pottery master called Şakir Türk had migrated from Bulgaria and people of the village acquired this craft as a profession. The clay called as red clay, in Sarıbayır "Balıklı" area 1,5 km away from Kınık, is used for pottery. Masters have been producing vase, amphora, flowerpot, ashtray, casserole, umbrella stand, big decorative vases, pan, pitcher, kettle and cups. In this study, tests were performed in order to obtain red casting clay by mixing specific amounts of vitrified clay and clay used in the pottery of Kınık. Samples which were formed by casting method in plaster molds were fired at 900, 1000 and 1100^{o}C in electrical kiln. Big sized forms were created with the red casting clay prepared from chosen sample receipt among the mixtures that have red color. Properties of prepared clay made suitable for the method of casting by applying physical tests. Decoration techniques were applied on vases formed with the method of casting. When Kınık village pottery clay was mixed with an industrial type of clay (vitrified), a new type of clay suitable for the properties of casting clay was obtained.

Key Words: Kınık pottery clay, Kınık pottery, Vitrified clay, Casting Clay.

1. INTRODUCTION

Red clay is usually used for the production of utensils in the villages. It also is important plastic clay for artistic works. However, sometimes red casting clay, which is desired to be red but is needed to be formed with the method of casting, needed to be developed. It is because, although forming at turning wheel saves time, it is not possible to produce anything else but cylindrical forms. To obtain red casting clay suitable for both artistic and industrial productions constitutes the purpose of this research. Casting method is one of the easy forming methods and complicated products can be produced, replicated via molds consisting of several pieces easily and in desired numbers.

2. KINIK VILLAGE AND POTTERY

It is one of the villages of Pazaryeri district in Bilecik province. The village whose former name was Otanlı, is now called Kınık. It is 7 km away from Pazaryeri district and 35 km away from Bilecik province. **[1]** Workshops are in large yards at the back of the houses in the village. Window ledges, balcony and yards are decorated with flower pots with authentic decorations produced in the village.

Güngör Güner in his book called Anadolu'da Yaşamakta Olan İlkel Çömlekçilik (Primitive Pottery in Anatolia) says that "The pottery in Anatolia is divided into two as primitive pottery and developed pottery."**[2]** and according to this statement he compares plate and foot wheel. However, wheels have been turned via engine power and kilns with gas or electricity have been used in Kınık village recently.

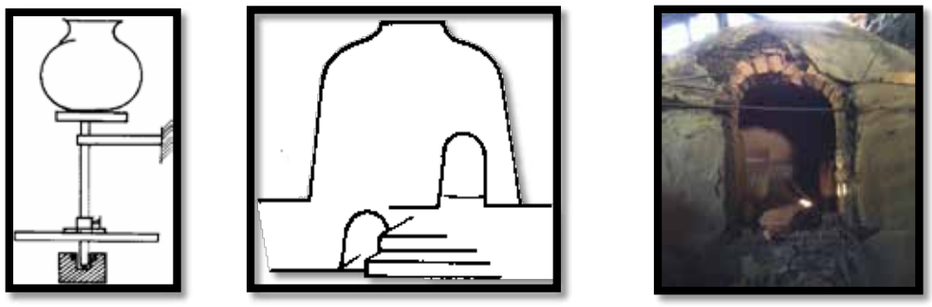


Figure 1. Potter's Wheel and Type of Kiln Used in Kınık in The Past

Figure 2. It is The Potter's Wheel and Kiln Type Used Today in Kınık

About 100 years ago, a pottery master Şakir Türk had migrated from Bulgaria and had settled in Kınık which led people to acquire this craft as a profession. The workshops which were established in 1882 have still continued their operation. Red clay, which is abundant in the area of Sarıbayır "Balıklı" which is 1,5 km away from Kınık, is used for the production of pottery. The soil brought to the workshops is dissolved and it is passed through two cylinders, kneaded and formed at turning wheel. A great majority of the production consists of flower pots and pitchers called "boduk" or "bocuk". Products such as vase, amphora, pan, flower pot, ashtray, casserole, umbrella stand, big decorative vases, pitchers, kettle and cups are also produced. Colorful primer decorations were also applied on the products. **[3]**

The decoration called "flag decoration" is performed with the spill of a few colors on top of each other and "cypress decoration" is performed with veined spreading method that occurs with the drip of colorful primers. This color mixture is obtained with the addition of vinegar of grapes to the powder ceramics paint in the village. Raw form is dipped in white primer without getting leather hard and vinegar – paint mixture is dripped on wet primer with the help of chicken feather. Through acidic property of mixture, it looks like a cypress because it spreads like veins. Flag decoration is again performed on wet white primer, colorful primers are spilt on top of one another via pendant switches. After the decoration process is completed, the products are left to dry. Biscuit firing is performed at 800-900^{o}C in gaseous kiln, glaze firing is performed at 1000-1100^{o}C temperatures. Transparent glaze used in Kınık village was prepared by masters in the past however; it is bought readily from Kütahya and Söğüt Clays which are presented around are used for the production of black, white and red primers. These clays are dissolved, drained and become ready for the use. Ceramics paint or oxides are preferred for primers with other colors.

3. CASTING SLIP AND ITS PROPERTIES

Porous and non-porous raw materials are grinded in ball mills with water. Plastic materials such as clay are dissolved in dissolvers with propellers with chemical fluidity materials called water and electrolyte and are stirred by being dosed with mill mixture. After being kept in resting pools they are used as casting clay. Normal casting clay contains 30-40% of water and liter weigh varies between 1700-1800 gr/lt. **[4]**

Casting clay constitutes the most important part of a special forming process. Therefore; one should be careful about the properties of casting clay should have.
Good casting clay;

- should have low viscosity in order to spread in plaster mold easily.
- solid materials should not slump down.
- should easily be taken out of the mold.
- wall thickness that is not too fast or too slow should be provided.
- post casting endurance should be high.

Casting properties of casting clay can vary depending on the particle size of raw materials, distribution, plastic and non-plastic rate, electrolyte type and amount. **[5]**

4. RAW MATERIALS USED IN THE RESEARCH SAMPLES OF RED CASTING CLAY

4.1. Kınık Pottery Clay

Due to the high amount of yellow iron oxide in the clay obtained from Kınık village and the area around it, firing color of the products is red. The best glazed firing results of the products are usually obtained at 1000^{o}C in the kilns in the village. There is silica, aluminum, iron oxide and sometimes lime in the compound of this clay. The amounts of compounds is given below **[6]**

% 57-64 SiO_2

% 27-35 Al_2O_3

% 3.5 Fe_2O_3

% 1.7 CaO

4.2. Vitreous China Clay

Mineral chemical formula of the vitreous china used in the study is $Al_2O_3.5,17SiO_2.1,6H_2O$. Vitreous china with its simplest description can be described as compact earthen ware clay whose water absorption is less 1%. It is between porcelain and earthenware with feldspar with its properties and technology, therefore; it is called semi-porcelain or sanitary porcelain. The glazes applied on it are raw and have concealing properties. Some properties should be presented at the products produced with vitreous china. Foremost among these is the necessity to be suitable for hygiene, crack-free and nonporous glaze and clay. Resistance for scratches, pressure, acid and base are desired qualities. Vitreous casting clay becomes compact and sintered at 1200-1300 ^{o}C temperatures while firing. It does not dissolve at water.**[7]**

Vitreous china used in the study was taken from Eczacıbaşı factory. Liter weigh is 1760gr/lt, viscosity is 45second. This clay is used for the production of sanitary, sink, toilet seat and toilet in the factory.

Chart 1. Chemical Analysis of Vitreous China Clay (%)

	SiO_2	Al_2O_3	K_2O	TiO_2	MgO	Fe_2O_3	Na_2O	CaO	SO_3	MnO	P_2O_5	A.Z
V.Ç.	65,64	21,42	1,18	0,53	0,28	0,65	4,07	0,44	0	0	0,12	5,56

4.3 Whiting

Whiting, limestone and dolomite whose chemical compound is $CaCO_3$ are metaformic rocks which undergo metamorphosis and become crystallized in nature under heat and pressure. Fusion point of marble is 2700^{o}C and when it combines with other oxides, it has a melting property. Mineralogical structure of common compound of $CaCO_3$ in whiting, chalk and limestone is different from each other. It is used in ceramics clay, primer, glaze and paints. Whiting is one of the most effective raw materials which is commonly used in ceramics glaze. It meets the need of calcium oxide and preferred because it is cheap. It creates a strong bind with silica during firing. Whiting reduces the cracking of glazes and ensures hardness. It increases the endurance of outdoor air conditions. **[8]**

5. RESEARCH TESTS

Kınık pottery clay and vitreous clay are used in the experimental part of the research. The amount to be used was taken from the red clay and dried. Red clay was cut into small pieces and put to dry in the environment. Casting clay was also taken from dried pieces which were brought from molding. Dry samples of both of the clays were grinded separately and became smaller granules.

Figure 3. Kınık Pottery Clay and Vitreous China Clay

Figure 4. Grinding Kınık Pottery Clay and Vitreos China Clay

Test receipts were prepared with initial rates of 30% red clay and 70% vitreous china clay and continued to be prepared by increasing the amount of red clay. 1 kg of dry clay mixture was put into horizontal mills, enough amount of water and 0,3% of electrolyte (Na_2SiO_3 sodium silicate) were added in accordance with prepared receipts and almost 50 minutes of grinding process was performed.

Prepared red casting clay was poured in single hull glass formed molds and was emptied back and samples that were suitable for the tests were obtained. Glass formed samples were fired at 900, 1000, 1100^{o}C temperatures. In order to determine the tests whose properties are close to the properties of good casting clay, the viscosity of these samples were measure, dry shrinkage, firing to reduce bulk shrinkage, collective shrinkage and water absorption tests were performed.

Additionally, samples that could be taken from the mold without getting sticked during tests phases and that could get thick quickly were determined.

Figure 5. Putting Particle Clay and Water in the Mill

Figure 6. Measurement of Viscosity of Red Casting Clay

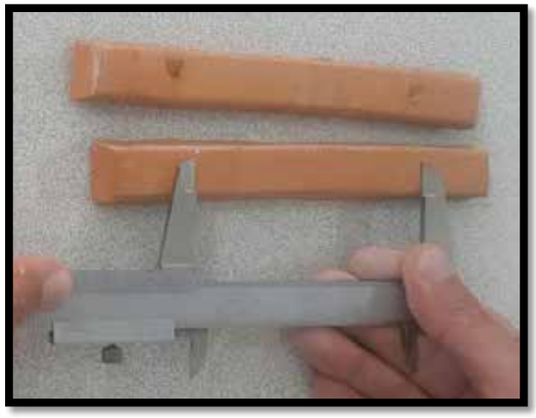


Figure 7.

Figure 8.

Figure 9.

Figure 10.

Figure 7.,8.,9.,10. Application of Dry Shrinkage, Shrinkage, Bulk Shrinkage and Water Absorption Experiments

Figure 11. Red Casting Clay Tests (C.+V.)

RECIPE %		900°C	1000°C	1100°C
C.	V.			
31	69			
C.	V.			
35	65			
C.	V.			
37	63			
C.	V.			
40	60			
C.	V.			
43	57			
C.	V.			
45	55			

Figure 12. Red Casting Clay Tests (C.+V.)

RECIPE %		900°C	1000°C	1100°C
C.	V.			
47	53			
C.	V.			
50	50			
C.	V.			
52	48			
C.	V.			
55	45			
C.	V.			
56	44			
C.	V.			
57	43			

Figure 13. Red Casting Clay Tests (C.+V.)

RECIPE %		900 °C	1000 °C	1100 °C
C.	V.			
60	40			
C.	V.			
62	38			
C.	V.			
64	36			
C.	V.			
65	36			
C.	V.			
68	32			
C.	V.			
70	30			

C: Kınık Pottery Clay, V: Vitreous China Clay.

6. EXPERIMENTAL STUDIES WITH WHITING ADDITION

Whiting is a raw material which is preferred when clays with white firing color desired to be obtained. In this stage of the research, tests to determine the whiting rate in order to increase the fired endurance were performed. Receipts were prepared with varying amounts of Kınık pottery clay, vitreous china clay and whiting, and tests of these receipts were performed. Tests were performed starting with 40% of whiting addition and they continued to be performed with reducing amounts, firing color constituted a color palette from light to dark.

These materials are used to produce soft earthenware clay in other words chalk earthenware: plastic clay and kaolin that do not include iron, quartz, $CaCO_3$, $CaCO_3$ (chalk) which provides desired compaction for earthenware broken pieces at low temperatures, types that consist of chalk stone, whiting, chalk in the clay body. **[9]**

In line with this information, whiting due to its property that ensures compaction at low temperatures was used in red casting clay. Vitreous china clay was reduced to 30% in the tests with whiting addition and 10% marble was used. When whiting addition was 10%, it was too effective for the light color of the clay. Although the amounts of red clay and vitreous china clay were similar in the receipts where whiting was and was not used, there was a big difference in color when whiting was added to the clay. It was not preferred in clay reproduction phase since it affects the color of the clay negatively.

Clay receipt with whiting addition		Clay receipt without whiting addition	
Kınık Pottery Clay:	% 60	Kınık Pottery Clay:	% 60
Vitreous China Clay:	% 30	Vitreous China Clay:	% 40
Whiting:	% 10		

Figure 14. Red Casting Clay Tests (C.+ V.+W.)

RECIPE %			900°C	1000°C	1100°C
C	V	W			
20	40	40			
C	V	W			
30	60	10			
C	V	W			
40	40	20			
C	V	W			
50	30	20			
C	V	W			
60	30	10			
C	V	W			
70	20	10			
C	V	W			
80	10	10			
C	V	W			
90	5	5			

C: Kınık Pottery Clay, V: Vitreous China Clay, W: Whiting.

7. PRACTICES PERFORMED WITH RED CASTING CLAY

As a result of performed tests, the receipt that contains 60% Kınık pottery clay and 40% vitreous china was chosen to be prepared in great amounts since it has the best casting properties and firing color Dry clays, Kınık pottery clay 24 kg, vitreous china 16kg were measured, 31 lt of water, 120 ml of electrolyte were added in big mills (100 kg) and was grinded for about 4 hours.

Casting clay's taken out of the mill:
Liter weigh: 1495,151 gr/lt
Viscosity: 19 second
Dry shrinkage: 6%
Firing to reduce bulk shrinkage: 2%
Collective shrinkage: 8%
Water absorption: 16,25.

30 cm high and 15cm in diameter vase form was designed and plaster mold was prepared. Since the clay poured into vase mold got thick too quickly, clay was frequently added to the casting lip. 0,6-0,7 mm wall thickness was obtained in almost 15 minutes, in order to empty clay out of the mold it sometime needed to be moved. To take the vase out of mold completely depends on being dry or wet of the mold.
Biscuit firing of vases was performed at 1000 ^{o}C and glaze firing was performed in neutral environment at 970 ^{o}C temperatures in electrical kilns. Biscuit firing color was monitored as complete tile red.

The receipt of the used glaze (1000 ^{o}C) is as follows:

40 Ulexite
15 Sodium Feldspar
15 Potassium Fedspar
10 Y.U.K (Washed Uşak Kaolin)
10 Quartz
10 Lead Oxide

Various decorations (sgrafitto, colorful glaze, fluid glaze, primer and oxides) were applied on the raw vases or biscuit fired vases after they had been taken out of molds.

Figure 15.

Figure 16.

Figure 17.

Figure15. Application of Sgrafitto

Figure 16, 17. Brush Decorated with Opaque Glaze

Figure 18.

Figure 19.

Figure 20.

Figure 21.

Figure 18. Application of Brush Decorated with Colored Linings
Figure 19. Application of Stamp Decorated with Oxide

Figure 20., 21. Application of Sigrafitto.

Figure 22.

Figure 23.

Figure 24.

Figure 22. Application of Sgrafitto Decorated

Figurel 23. Application the Running Glaze

Figure 24. Application Brush Decorated with Colorful Glaze

Additionally, three vases taken out of the mold were brought to Kınık village and coated with primer and decorated in Osman Menteş's workshop. Osman Menteş coated the vases with white primer by using dipping them into the bucket and his wife Ayşe applied flag and cypress decorations with her paint while the primer was still wet. The clays around the village are used for white and red primers.

Figure 25. Kınık Village Cypress Decor is Applied And glazed

Figure 26. Kınık Village Flag Decoration Applied and Glazed

8. CONCLUSION

In this research, the method of mixing vitreous and Kınık pottery clay was tried in order to obtain red casting clay which is needed both artistically and industrially and a mixture rate with successful result was achieved. This rate was found as 60% Kınık pottery clay, 40% vitreous clay as a result of the performed tests. This casting clay presented the best casting properties and displayed tile red firing color at 1000 ^{o}C temperature. When tests were carried out with marble addition, when little amount of marble was added to the clay, it get compacted however, the color shade of the clay became lighter. Therefore, when it was added with great amounts it was not preferred.

The receipt with successful result was prepared with great amounts and was used for the reproduction of vase forms which were produced with molding method. Various decoration methods were applied on these vases. Biscuit of the obtained red casting clay provided a suitable surface for decoration application with primer easily. Glaze was applied on biscuit vases by using pouring and brush technique, no problem about not fitting the glaze was experienced. Glaze flaws such as cracking or spalling were not also experienced in glaze results, glaze and the body had a successful harmony. After being taken out of the mold, decorations were applied with primer and sgrafitto techniques on the leather hard vases. Additionally, biscuit firing of vases which were decorated with primers applied in Kınık village was performed at 1000^{o}C and glaze firing of them was performed at 970^{o}C. Beautiful visual results were obtained from all tests.

REFERENCES

[1], [3], [6] İŞCAN, Nejat, Kınık'ta Çömlekçilik, Eskişehir, 1998

[2] GÜNER, Güngör, Anadolu'da Yaşamakta Olan İlkel Çömlekçilik, Akbank Kültür Yayınları, İstanbul, 1988.

[4], [9] ARCASOY, Ateş, Seramik Teknolojisi, Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anasanat Dalı Yayınları No:2, İstanbul.

[5]http://mbm.erciyes.edu.tr/dosyalar/dokumanlar/Seramik%20%C3%87amur%20Haz%C4%B1rlama%20ve%20Al%C3%A7%C4%B1%20Kal%C4%B1plara%20D%C3%B6k%C3%BCm.pdf Date of access: 06.06.2017

[7], [8] GENÇ, Soner, Artistik Seramik Sırları, İstanbul.

Taçyıldız, E., Mustafakemalpaşa çömlekçi kilinin döküm çamurlarında kullanılabilirliğinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir, 2000.
http://libra.anadolu.edu.tr/libra.aspx?IS=DETAY&SP=5199321995275352&N1=&N2=&KN=151555 Date of access: 23.06. 2017.

KINIK ÇÖMLEKÇİ ÇAMURU ve VİTRİFİYE ÇAMURU İLE KIRMIZI DÖKÜM ÇAMURU HAZIRLANMASI

Soner GENÇ[1], Esra ÖZTÜRK RAZİ[2], Pınar GENÇ[3]

[1,2]**Anadolu Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik Bölümü**

[3]**Anadolu Üniversitesi, Engelliler Entegre Yüksekokulu, Seramik Anasanat Dalı**

Eskişehir/TÜRKİYE

ÖZET

Kınık köyü, Bilecik iline bağlı Pazaryeri ilçesi köylerindendir. Yaklaşık 100 yıl önce Bulgaristan'dan göç ederek Kınık'a yerleşen Şakir Türk ismindeki bir çömlekçi ustasının olması köy halkının bu zanaatı kendilerine meslek edinmelerini sağlamıştır. Kınık köyünden 1,5 km mesafede Sarıbayır "Balıklı" mevkiinde kırmızı toprak adıyla anılan kil çömlekçilikte kullanılmaktadır. Ustalar, vazo, amfora, saksı, küllük, güveç, şemsiyelik, büyük dekoratif vazolar, tava, sürahi, ibrik, fincan gibi ürünleri üretmektedirler. Bu araştırmada, Kınık çömlekçiliğinde kullanılan kil ile vitrifiye çamuru belirli oranlarda karıştırılarak kırmızı döküm çamuru elde etmek için denemeler yapılmıştır. Alçı kalıplara döküm yöntemiyle şekillendirilen örnekler 900, 1000 ve 1100^{o}C sıcaklıkta elektrikli fırında pişirilmiştir. Kırmızı renge sahip karışımlar içinden seçilen örnek reçete ile hazırlanan kırmızı döküm çamurundan büyük boyutlu formlar şekillendirilmiştir. Fiziksel deneyler uygulanarak hazırlanan çamurun özellikleri döküm yöntemine uygun hale getirilmiştir. Döküm yöntemiyle şekillendirilen vazolar üzerinde dekor teknikleri uygulanmıştır. Kınık Köyü çömlekçi kilinin, endüstriyel (vitrifiye) bir çamur ile oluşturduğu karışımın döküm çamuru özelliğine uygun yeni bir çamur elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kınık çömlekçi çamuru, Kınık çömlekçiliği, Vitrifiye Çamur, Döküm Çamuru.

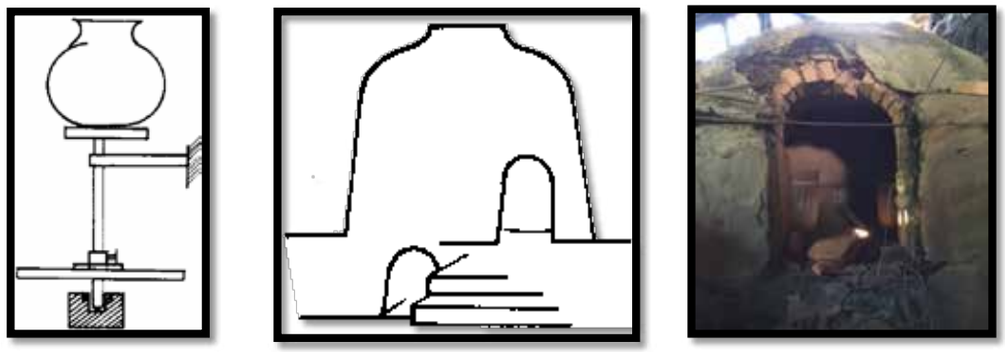
1. GİRİŞ

Kırmızı çamur genellikle köylerde kap kacak üretimi için kullanılmaktadır. Ayrıca sanatsal çalışmalar için de önemli bir plastik çamurdur. Ancak bazen kırmızı renkli olması istenen fakat döküm yöntemiyle şekillendirilmesi gereken formlar için ihtiyaç duyulan bir kırmızı döküm çamurunun geliştirilmesi gerekmiştir. Çünkü çamur tornasında şekillendirme ile zaman kazanılmasına rağmen silindirik formların dışına çıkılamamaktadır. Hem sanatsal hem de endüstriyel amaçlı üretimler için uygun kırmızı renkli döküm çamuru elde etmek bu araştırmanın amacını oluşturmuştur. Döküm yöntemi kolay şekillendirme yöntemlerinden biridir ve karmaşık ürünler çok parçalı kalıplar yardımıyla kolaylıkla ve istenilen sayıda rahatlıkla çoğaltılabilmektedir.

2. KINIK KÖYÜ VE ÇÖMLEKÇİLİĞİ

Bilecik iline bağlı Pazaryeri ilçesi köylerindendir. Önceki adı Otanlı olan köyün bugünkü ismi Kınık'tır. Pazaryeri ilçesine 7 km, Bilecik iline 35 km uzaklıktadır. **[1]** Köyde, atölyeler evlerin arkasındaki geniş avluda yer almaktadır. Pencere, balkon ve avlular köyde üretilmiş olan kendine has dekorlu saksılarla bezenmiştir.

Güngör Güner'in Anadolu'da Yaşamakta Olan İlkel Çömlekçilik kitabında "Anadolu'da çömlekçilik ilkel çömlekçilik ve gelişmiş çömlekçilik olarak ikiye ayrılmaktadır." **[2]** ifadesi bulunmaktadır, bu ifadeye göre tablada ve ayak tornası karşılaştırılmaktadır. Ancak son yıllarda tornalar motor gücüyle dönmekte, gazlı veya elektrikli kamara fırınlar Kınık köyünde kullanılmaktadır.



Görsel 1. Geçmişte Kınık'ta kullanılan çömlekçi çarkı ve fırın türü

Görsel 2. Günümüzde Kınık'ta Kullanılan Çömlekçi Çarkı ve Fırın Türü

Yaklaşık 100 yıl önce Bulgaristan'dan göç ederek Kınık'a yerleşen Şakir Türk ismindeki bir çömlekçi ustasının olması köy halkının bu zanaatı kendilerine uğraş edinmelerini sağlamıştır. 1882 yılından bu yana kurulan atölyeler faaliyetlerini sürdürmektedir. Kınık köyünden 1,5 km uzaklıkta Sarıbayır "Balıklı" mevkiinde bol miktarda bulunan kırmızı toprak çömlekçilik yapımında kullanılmaktadır. Atölyelere getirilen toprak, suyla açılıp ve iki silindir arasından geçirilip, yoğurularak çarkta biçimlendirilmektedir. Üretimin büyük çoğunluğu testiler ve çiçek saksılarından oluşmaktadır. Ayrıca vazo, amfora, saksı, küllük, güveç, şemsiyelik, büyük dekoratif vazolar, tava, sürahi, ibrik, fincan gibi ürünler de üretilmektedir. Ürünler üzerinde renkli astar dekorları yapılmaktadır. **[3]**

Köyde "bayrak dekoru" olarak isimlendirilen dekor, birkaç rengin üst üste akıtılmasıyla, "selvi dekoru" ise renkli astarın damlatılmasıyla oluşan damarlı yayılma yöntemiyle yapılmaktadır. Köyde bu renk karışımı, bir miktar toz seramik boyasına üzüm sirkesi eklenerek elde edilmektedir. Ham haldeki form deri sertliğine ulaşmadan beyaz astar içine daldırılır ve ıslak haldeki astar üzerine, sirke-boya karışımları tavuk tüyü ile damlatılır ve karışımın asidik özelliği ile damarlı şekilde dağılmasıyla dekor selvi görünümünü alır. Bayrak dekoru ise yine aynı şekilde ıslak beyaz astar üzerine renkli astarların puarlarla üst üste akıtılmasıyla yapılmaktadır. Dekorlama işlemi tamamlandıktan sonra ürünler kurumaya bırakılırlar. Bisküvi pişirimi gazlı fırında 800-900°C sıcaklıklarda yapılırken, sırlı pişirim 1000-1010°C sıcaklıklarda yapılır. Kınık köyünde kullanılan şeffaf sır önceden ustalar tarafından hazırlanırken, şuan Kütahya ve söğüt çevrelerinden hazır alınmaktadır. Siyah, beyaz ve kırmızı astar yapımı için çevrede bulunan killer kullanılmaktadır. Bu killer su ile açılıp, süzülerek astar kullanımına hazır hale getirilmektedir. Diğer renkteki astarlar için seramik boyaları ve oksitler tercih edilmektedir.

3. DÖKÜM ÇAMURU VE ÖZELLİKLERİ

Özsüz ve özlü hammaddeler bilyalı değirmenlerde su ile öğütülürler. Aynı anda pervaneli açıcılarda, su ve elektrolit (kimyasal akışkanlık maddeleri) ile açılan kil ve benzeri plastik maddeler, değirmende dozlanarak karıştırılır. Dinlenme havuzlarında bekletildikten sonra döküm çamuru olarak kullanılır. Normal bir döküm çamuru %30-40 arasında su içerir ve litre ağırlığı 1700-1800 gr/lt arasında değişir. **[4]**

Döküm çamuru özel bir şekillendirme prosesinin en önemli kısmını oluşturur. Bu nedenle döküm çamurunun sahip olması gereken özelliklere dikkat etmek gerekir.

İyi bir döküm çamuru:

-Alçı kalp içerisinde kolaylıkla yayılabilmesi için düşük viskoziteli olmalıdır.

-Katı maddeler çökmemelidir.

-Dökümden sonra kalıptan kolayca çıkarılabilmelidir.

-Çok hızlı ve çok yavaş olmayan bir et kalınlığı temin edilmelidir.

-Döküm sonrası mukavemeti yüksek olmalıdır.

Döküm çamurunun, döküm özelliğini; hammaddenin tane büyüklüğü, dağılımı, özlü ve özsüz oranı, elektrolit cinsi ve miktarı gibi etmenler değiştirebilir. **[5]**

4. KIRMIZI DÖKÜM ÇAMURU ARAŞTIRMA DENEMELERİNDE KULLANILAN HAMMADDELER

4.1.Kınık Çömlekçi Çamuru

Kınık köyü çevresinden alınan kilin içinde bol miktarda bulunan sarı demiroksit nedeniyle ürünlerin pişme rengi kırmızı olmaktadır. Köydeki fırınlarda genellikle ürünlerin en iyi sırlı pişirim sonucu 1000^{o}C sıcaklıkta olmaktadır. Bu killerin bileşiminde silis, alüminyum, demir oksit ve bazen de kireç bulunmaktadır. Kildeki bileşenlerin oranları aşağıdaki gibidir **[6]**

% 57-64 SiO_2
% 27-35 Al_2O_3
% 3.5 Fe_2O_3
% 1.7 CaO

4.2.Vitrifiye Çamur

Araştırmada kullanılan vitrifiye çamurun mineral kimya formülü $Al_2O_3.5{,}17SiO_2.1{,}6H_2O$ şeklindedir. En basit tanımı ile vitrifiye çamur, su emmesi % 1'den küçük olan bir pekişmiş akçini çamuru olarak tanımlanabilir. Özellikleri ve teknolojisi ile feldspatlı akçini ile porselen arasında yer alır ve bu neden ile çoğunlukla yarı porselen veya sıhhi tesisat porseleni adını alır. Uygulanan sırlar ham olup örtücüdürler. Vitrifiye çamurlarından üretilen ürünlerde bazı özelliklerin bulunması gereklidir. Bunların başında sağlık kurallarına uygun olmak zorunluluğu nedeni ile çatlaksız ve gözeneksiz sır ve çamur gelir. Çizilme, basınç, asit ve bazlara karşı direnç aranılan özelliklerdendir. Pişirimlerde vitrifiye döküm çamuru, 1200-1300 ^{o}C sıcaklıkta pekişme ve zinterleşme gösterir. Suda çözünme özelliği yoktur. **[7]**

Araştırmada kullanılan vitrifiye çamuru Eskişehir Eczacıbaşı fabrikasından alınmıştır. Litre ağırlığı 1760 gr/lt, viskozitesi 45 saniyedir. Fabrikada bu çamur sıhhi tesisat, lavabo, klozet, tuvalet taşı gibi ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır.

Çizelge 1. Vitrifiye Çamurunun Kimyasal Analizi (%)

	SiO_2	Al_2O_3	K_2O	TiO_2	MgO	Fe_2O_3	Na_2O	CaO	SO_3	MnO	P_2O_5	A.Z
V.Ç.	65,64	21,42	1,18	0,53	0,28	0,65	4,07	0,44	0	0	0,12	5,56

4.3 Mermer

Kimyasal bileşimi $CaCO_3$ olan mermer, kireçtaşı ve dolomit kireçtaşlarının doğada ısı ve basınç altında başkalaşıma uğrayarak kristalleşmeyle oluşan bir metaformik kayaçtır. Ergime derecesi 2700°C sıcaklıkta olan mermer, diğer oksitlerle birleştiğinde seramik sırlarında ergitici bir özellik gösterir. Mermer, tebeşir ve kalkerin içinde ortak olarak bulunan $CaCO_3$'tın mineralojik yapısı birbirinden farklıdır. Seramik çamur, astar, sır ve boyalarında kullanılır. Mermer, seramik sırlarında sıkça kullanılan en etkili hammaddelerden biridir. Seramik sırlarının kalsiyum oksit ihtiyacını sağlar ve ucuz oluşu ile tercih edilir. Pişirim sırasında silis ile kuvvetli bağlar oluşturur. Mermer sırların çatlamasını azaltır ve sertlik kazanmasını sağlar. Dış hava koşullarına dayanıklılığını arttırır. **[8]**

5. ARAŞTIRMA DENEYLERİ

Araştırmanın deneysel kısmında Kınık çömlekçi çamuru ve vitrifiye çamuru kullanılmıştır. Kırmızı çamurdan kullanılacak miktar kadar alınarak kurutma işlemi yapılmıştır. Kırmızı çamur küçük parçalara ayrılarak ortamda kurumaya bırakılmıştır. Döküm çamuru da kalıptan dönen kurumuş parçalardan alınmıştır. Her iki çamurun da kuru örnekleri ayrı ayrı dövülerek daha küçük parçalar (granüle) haline getirilmiştir.

Görsel 3. Kınık Çömlekçi Çamuru ve Vitrifiye Çamuru

Görsel 4. Vitrifiye Çamuru ve Kınık Çömlekçi Çamurunun Öğütülmesi

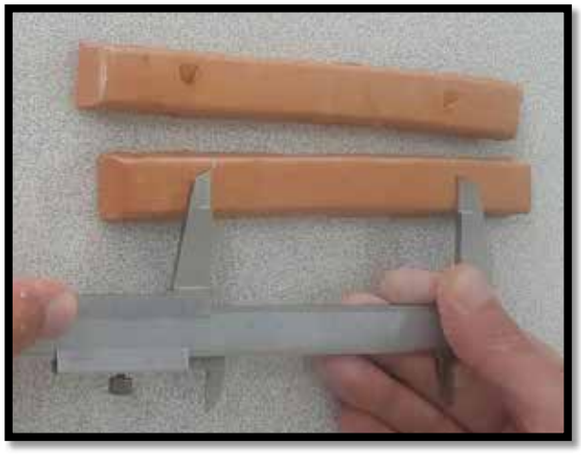
Deneme reçeteleri başlangıç oranlarında, kırmızı çamur %30, vitrifiye çamur %70 olacak şekilde hazırlanmış ve kırmızı çamur oranları arttırılarak devam etmiştir. Hazırlanan reçetelere göre yatay değirmenlere 1 kg'lık kuru çamur karışımı konmuş ve üzerine yeteri kadar su ve %0,3 oranında elektrolit (Na_2SiO_3, sodyum silikat) ilave edilmiş yaklaşık 50 dakika öğütme işlemi yapılmıştır.

Hazırlanan kırmızı döküm çamurları tek cidarlı bardak formundaki kalıplara dökülüp geri boşaltılarak fiziksel deneylere uygun örnekler elde edilmiştir. Bardak formundaki örnekler 900, 1000 ve 1100°C sıcaklıklarda pişirilmiştir. İyi bir döküm çamuru özelliğine yaklaşmış denemeleri belirlemek için bu örneklerin viskozitesi ölçülmüş ve kuru küçülme, pişme küçülme, toplu küçülme ve su emme deneyleri uygulanmıştır.

Ayrıca bu deneme aşamalarında kalıba yapışmadan sorunsuz kalıptan ayrılanlar ve çabuk kalınlık alabilenler belirlenmiştir.

Görsel 5. Toz Halindeki Çamurların ve Suyun Değirmene Konulması

Görsel 6. Kırmızı Döküm Çamurunun Viskozitesinin Ölçümü



Görsel 7.

Görsel 8.

Görsel 9.

Görsel 10.

Görsel 7,8,9,10. Kuru Küçülme, Pişme Küçülme, Toplu Küçülme ve Su Emme Deneylerinin Uygulanması

Görsel 11. Kırmızı Döküm Çamuru Denemeleri (K.+ V.)

REÇETE %		900°C	1000°C	1100°C
K.	V.			
31	69			
K.	V.			
35	65			
K.	V.			
37	63			
K.	V.			
40	60			
K.	V.			
43	57			
K.	V.			
45	55			

Görsel 12. Kırmızı Döküm Çamuru Denemeleri (K.+ V.)

REÇETE %		900°C	1000°C	1100°C
K.	V.			
47	53			
K.	V.			
50	50			
K.	V.			
52	48			
K.	V.			
55	45			
K.	V.			
56	44			
K.	V.			
57	43			

Görsel 13. Kırmızı Döküm Çamuru Denemeleri (K.+ V.)

REÇETE %		900 °C	1000 °C	1100 °C
K.	V.			
60	40			
K.	V.			
62	38			
K.	V.			
64	36			
K.	V.			
65	36			
K.	V.			
68	32			
K.	V.			
70	30			

K: Kınık Çömlekçi Çamuru, V: Vitrifiye Çamur.

6. MERMER İLAVELİ DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Mermer, beyaz pişme rengine sahip çamurların yapılması amaçlandığında tercih edilen bir hammaddedir. Araştırmanın bu kısmında da çamurun pişmiş dayanıklılığını artırmak için mermer oranının belirlenmesine yönelik denemeler yapılmıştır. Kınık çömlekçi çamuru, vitrifiye çamur ve mermerin değişen oranlarda karışım reçeteleri hazırlanmış ve bu reçetelerin denemeleri yapılmıştır. Mermer oranı %40 tan başlayarak azalan oranda denemeler yapılmış, pişme rengi açıktan koyuya doğru renk paleti oluşturmuştur.

Kalklı akçini olarak da adlandırılan yumuşak akçini çamurunun üretilmesinde şu hammaddelerden yararlanılır: Demir içermeyen plastik kil ve kaolin, kuvartz, $CaCO_3$, akçini kırığında düşük sıcaklıklarda istenen pekişmeyi sağlayan $CaCO_3$ (kalk), çamur bünyesinde tebeşir, mermer, kalk taşı formlarından oluşan türleri ile yer alır.**[9]**

Bu bilgi doğrultusunda, mermer, kırmızı döküm çamurlarında düşük sıcaklıkta pekişmeyi sağlama özelliğinden dolayı reçetelerde kullanılmıştır. Mermer ilaveli çamur denemesinde, vitrifiye çamur % 30'a indirilmiş ve % 10 mermer kullanılmıştır. Mermer ilavesi %10 oranında kullanıldığında bile çamurun renginin açık olmasında çok etkili olmuştur. Mermer kullanılan reçete ile kullanılmayan reçetedeki kırmızı çamur ve vitrifiye çamur oranları birbirine çok yakın olmasına rağmen mermer katkılı çamurla arasında çok büyük bir renk farkı gözlenmiştir. Çamur rengini olumsuz etkilemesi nedeniyle çamur çoğaltma aşamasında tercih edilmemiştir.

Mermer ilaveli çamur reçetesi		Mermer ilavesiz çamur reçetesi	
Kınık Çömlekçi Çamuru:	% 60	Kınık Çömlekçi Çamuru:	% 60
Vitrifiye Çamur:	% 30	Vitrifiye Çamur:	% 40
Mermer:	% 10		

Görsel 14. Kırmızı Döküm Çamuru Denemeleri (K.+ V.+M.)

REÇETE %			900°C	1000°C	1100°C
K	V	M			
20	40	40			
K	V	M			
30	60	10			
K	V	M			
40	40	20			
K	V	M			
50	30	20			
K	V	M			
60	30	10			
K	V	M			
70	20	10			
K	V	M			
80	10	10			
90	5	5			

K: Kınık Çömlekçi Çamumuru, V: Vitrifiye Çamur, M: Mermer

7. KIRMIZI DÖKÜM ÇAMURU İLE YAPILAN UYGULAMALAR

Yapılan denemeler sonucunda %60 Kınık çömlekçi çamuru, %40 vitrifiye çamuru karışımı içeren reçete, en iyi döküm özelliği gösterdiği ve pişme rengine sahip olduğu için çok miktarda hazırlanmak üzere seçilmiştir. Büyük değirmende (100 kg'lık) kuru çamurlar, Kınık çömlekçi çamuru 24 kg, vitrifiye çamuru 16 kg olarak tartılmış, 31 lt su, 120 ml elektrolit ilave edilerek yaklaşık 4 saat öğütülmüştür.

Değirmenden alınan döküm çamurunun;
Litre ağırlığı: 1495,151 gr/lt olarak tartılmıştır,
Viskozitesi: 19 sn olarak ölçülmüştür,
Kuru küçülmesi: % 6,
Pişme küçülmesi: % 2,
Toplu küçülmesi: % 8,
Su emmesi: % 16,25 olarak hesaplanmıştır.

Hazırlanan kırmızı döküm çamurunun büyük boyutlu denemeleri için 30 cm yüksekliğinde ve 15 cm çapında bir vazo formu tasarlanmış ve alçı kalıbı yapılmıştır. Vazo kalıbına dökülen çamur hızlı kalınlık aldığı için döküm ağzına çamur ilaveleri sıklıkla yapılmıştır. Yaklaşık 15 dakikada 6-7 mm et kalınlığı alan çamurun kalıptan kolay geri boşaltılması için kalıptaki çamurun biraz hareketlendirilmesi gerekmiştir. Vazonun kalıptan tamamen ayrılması kalıbın kuru veya nemli olmasına göre değişkenlik göstermektedir.
Vazoların bisküvi pişirimi 1000°C ve sırlı pişirimi 970°C sıcaklıkta elektrikli fırında nötr ortamda yapılmıştır. Bisküvi pişme rengi, tam anlamıyla kiremit kırmızısı olarak gözlenmiştir.

Kullanılan sırın (1000°C) % reçetesi aşağıdaki gibidir:
40 Üleksit
15 Sodyum Feldspat
15 Potasyum Fedspat
10 Y.U.K (Yıkanmış Uşak Kaolini)
10 Kuvartz
10 Sülyen

Kalıptan çıkan vazoların bazılarına ham halde, bazılarına ise bisküvi pişirimi yapıldıktan sonra (sgrafitto, renkli sır, akıcı sır, astar ve oksitler ile) çeşitli dekorlar uygulanmıştır.

Görsel 15.

Görsel. 16.

Görsel 17.

Görsel 15. Sigrafitto Uygulaması

Görsel 16, 17. Opak Sır ile Fırça Dekoru Uygulaması

Görsel 18.

Görsel 19.

Görsel 20.

Görsel 21.

Görsel 18. Renkli Astarlar ile Fırça Dekoru Uygulaması

Görsel 19. Oksit ile Mühür Dekoru Uygulaması

Görsel 20.,21.Sigrafitto Uygulaması

Görsel 22.

Görsel 23.

Görsel 24.

Görsel 22. Sigrafitto Uygulaması

Görsel 23. Akıcı Sır Uygulaması

Görsel 24. Renkli Sır ile Fırça Dekoru Uygulaması

Ayrıca kalıptan çıkarılmış üç vazo Kınık köyüne götürülmüş ve orada Osman Menteş ustanın atölyesinde astarlanmış ve dekorlanmıştır. Osman Menteş vazoları beyaz astara kova içine daldırma tekniği ile astarlamış ve eşi Ayşe hanım tarafından da astar ıslakken kendilerine ait boyalarla bayrak ve selvi dekorları uygulanmıştır. Beyaz ve kırmızı renkli astarlar için köyün çevresinde bulunan killer kullanılmaktadır.

Görsel 25. Kınık Köyü Selvi Dekorunun Uygulanması ve Sırlı Pişirim

Görsel 26. Kınık Köyü Bayrak Dekorunun Uygulanması ve Sırlı Pişirim

8. SONUÇ

Bu araştırmada, hem sanatsal çalışmalarda hem de endüstriyel olarak gereksinim duyulan kırmızı renkli olması istenen döküm çamuru elde etmek için; vitrifiye ve Kınık çömlekçi çamurunun karıştırılması tekniği denenmiş ve başarılı sonuç veren bir karışım oranına ulaşılmıştır. Bu oran, yapılan denemeler sonucunda %60 Kınık çömlekçi çamuru, %40 vitrifiye çamuru karışımı olarak bulunmuştur. Bu döküm çamuru, en iyi döküm özelliği göstermiş ve 1000^{o}C sıcaklıkta kiremit kırmızısı pişme rengini vermiştir. Mermer ilaveli denemelerde ise, mermerin az oranda katılması çamuru pekiştirmiş ancak çamurun renk tonunu açmıştır. Bu nedenle çok miktarda hazırlanmışı tercih edilmemiştir.

İyi sonuç vermiş olan reçete çok miktarda hazırlanarak, kalıp yöntemiyle üretilen vazo formlarının çoğaltılmasında kullanılmıştır. Bu vazolara çeşitli dekor yöntemleri uygulanmıştır. Elde edilen bu kırmızı döküm çamurunun bisküvisi, üzerine astarla rahatlıkla dekor uygulamaya elverişli bir yüzey sunmuştur. Bisküvi vazolar üzerine akıtma ve fırça teknikleri ile sırlama yapılmış, sır tutunamama gibi bir sorunla karşılaşılmamıştır. Sırlı pişirim sonuçlarında, çatlak ve kavlama gibi sır hataları oluşmamış, sır ve bünye başarılı bir uyum göstermiştir. Kalıptan çıktıktan sonra deri sertliğine gelen vazoların üzerine de, astarlama ve astar kazıma teknikleri ile dekorlar uygulanmıştır. Ayrıca Kınık köyünde de uygulanan astar ile dekorları yapılan vazoların da 1000^{o}C sıcaklıkta bisküvi ve 970^{o}C sırlı pişirimi yapılmıştır. Bütün denemelerde de güzel görsel sonuçlar elde edilmiştir.

KAYNAKÇA

[1], [3], [6] İŞCAN, Nejat, Kınık'ta Çömlekçilik, Eskişehir, 1998

[2] GÜNER, Güngör, Anadolu'da Yaşamakta Olan İlkel Çömlekçilik, Akbank Kültür Yayınları, İstanbul, 1988.

[4], [9] ARCASOY, Ateş, Seramik Teknolojisi, Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anasanat Dalı Yayınları No:2, İstanbul.

[5]http://mbm.erciyes.edu.tr/dosyalar/dokumanlar/Seramik%20%C3%87amur%20Haz%C4%B1rlama%20ve%20Al%C3%A7%C4%B1%20Kal%C4%B1plara%20D%C3%B6k%C3%BCm.pdf Erişim tarihi: 06.06.2017

[7], [8] GENÇ, Soner, Artistik Seramik Sırları, İstanbul.

Taçyıldız, E., Mustafakemalpaşa çömlekçi kilinin döküm çamurlarında kullanılabilirliğinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir, 2000.
http://libra.anadolu.edu.tr/libra.aspx?IS=DETAY&SP=5199321995275352&N1=&N2=&KN=151555 Erişim tarihi: 23.06. 2017.

PRELIMINARY RESULTS OF AN ARCHAEOMETRICAL STUDY ON RED BROWN WASH WARE SAMPLES FROM THE UPPER TIGRIS REGION

Murat BAYAZİT [1*], İskender IŞIK [2], Akarcan GÜNGÖR [3], Ali İSSİ [2]

[1] Batman University, Faculty of Fine Arts, Ceramic Batman / TURKEY
[2] Dumlupınar University, Faculty of Engineering, Materials Science and Engineering, Kütahya/TURKEY
[3] Batman University, Sason Vocational School, Batman / TURKEY
*(*Corresponding Author)*

ABSTRACT

The Upper Tigris region (Turkey) has witnessed significant developments and cultural interactions throughout the history. Today, the region faces the danger of being flooded or left under the impact area of the reservoir lake of Ilısu Dam as it goes into action. This study represents some of the preliminary results of a research project including the characterization of a diagnostic samples of ceramics (**R**ed **B**rown **W**ash **W**are: RBWW) uncovered at various sites of the Upper Tigris valley. Such ceramics have occurred from the end of the Early Bronze Age (the late second half the 3rd millennium BC) and all through the Middle Bronze Age (the first half of the 2nd millennium BC) in the region. In the present work, the results of chemical analysis (XRF) applied for RBWW samples are evaluated in order to reveal the differences or similarities among the initial raw materials used in production of this type of ware. The sum of the main oxides (SiO_2+Al_2O_3) and the alkaline-earth alkaline oxides (MgO+K_2O+Na_2O+CaO), together with CaO and Fe_2O_3 contents, are also separately addressed in order to interpret the probable structural features of the ceramics.

Keywords: Archaeometry, Ceramics, Red Brown Wash Ware, Upper Tigris region.

1. INTRODUCTION

The Upper Tigris region comes forward as a territory which has witnessed significant developments and rich cultural interactions throughout the history [1,2]. Thanks to its strategic location and fertile agricultural areas with extensive irrigation possibilities through the Tigris River, as well as its copper deposits around the Ergani-Maden region, this area has always maintained its importance since Prehistoric Ages. As a matter of fact, the results of the rescue excavations carried out within the framework of Ilısu Dam and HPP project for about 20 years in the region revealed that the Upper Tigris basin, by having an intensive settlement in the 2nd millennium BC, has created a unique cultural region between the Mesopotamian lands in the south and the Eastern Anatolian high plateau in the north [3].

As the Ilısu Dam goes into action by two years, most of the above-mentioned settlements will be flooded or remained in the affected area of the dam reservoir. Thus, in order to protect the cultural assets, which will be left under the dam

reservoir area, archaeological and geomorphologic surveys have been carried out in the region since 1998 in addition to the rescue excavations in cooperation with the Ministry of Culture and Tourism, and State Hydraulic Works (DSI) [4-6]. Only the published works regarding those settlement areas will be left as the mounds are flooded. Therefore, the archaeological findings and archaeometrical studies are as significant as the archaeological documentation.

The **R**ed **B**rown **W**ash **W**are (RBWW) samples, which have been uncovered during the archaeological excavations and surveys in the Upper Tigris region, are one of the substantial ceramics in that territory. The limited number of comprehensive archaeometrical studies on these ceramics increases the importance of the present works. It is believed that the results of this study will provide a qualified and comprehensive contribution in terms of elucidating the characteristics of the periods that ceramics belong and also revealing the historical development of the production processes of the Bronze Age ceramics. Some specific information about the RBWW samples used in the study is as followings;

Red Brown Wash Ware (RBWW): These potteries, which had spread in the Upper Tigris basin (between the Taurus and Mardin mountains) in the Middle Bronze Age, are classified as subgroups according to their surface treatment, form and paste (or clay type). Being wheel-made products, these ceramics are assorted to subgroups considering the application way of the slip onto the surface of the vessels, and also the slip color. The brown brushtrack group is generally tough and rich in non-plastic materials, and intensely includes sand. The paste color is red-brown (5 YR 3/2) and there are slip layers (beige: 10YR7/3 and red: 2.5YR5/8) having brush tracks on the surface. In the second group, in which the paste color can not be seen under the slip due to the coating of the entire surface of the pot by slip and also due to its thick application, the slip color ranges from brown (7.5 YR 5/4) to red-brown (5 YR 5/4).

In this study, RBWW samples unearthed during the Project of *Coordination Center for Ilısu Dam and HPP Project* carried out under the presidency of Diyarbakır Museum Directorate and scientific consultancy of Prof. Dr. Gülriz KOZBE and entitled as "Mineralogical, Petrographic, Geochemical and Archaeological Investigation of the Metallic Wares Belonging to the Early Bronze Age and Dark Rimmed Orange Bowls, Red Brown Wash Wares, Grey Wares, Khabur Wares belonging to the Middle Bronze Age Found in Southeastern Anatolia and Clay Deposits of the Region", and from Kavuşan Höyük excavation taking place within another project in the same region carried out under the presidency of Diyarbakır Museum Directorate and scientific consultancy of Prof. Dr. Gülriz KOZBE and entitled as "Studies on the Documentation and Rescue of the Cultural Assets Remaining Under the Affected Area of Ilısu Dam and HPP Project" [4-6]. In the present work, XRF analysis data, which create the preliminary results of the research project (DPU-BAP, 2015-78) comprising the characterization of representative RBWW samples, are presented. The results of chemical analysis,

which is thought to enlighten the outcomes of other characterization techniques applied within the mentioned BAP project, create a significant stage of the research.

2. EXPERIMENTAL

In order to use in analyses, representative RBWW samples were selected considering the form, color and textural properties. The location points, that the samples of the study were supplied from, are given in Fig. 1. Prior to the analyses, samples were soaked in distilled water for 24 hours with the purpose of softening the contamination layers observed on the ceramics, and removing the soluble residues which might deposited by diffusing into the porous structure of the ceramics. Samples were not exposed to acidic solution treatment. The dried ceramics were ground to a specified grain size (~ <100 μm) by agate and porcelain mortars. During the grinding process, homogeneous powder mixtures were obtained by taking pieces from different sections of the ceramics. Pellets were prepared from the obtained powders and analyzed by a Panalytical (Axios model) XRF instrument.

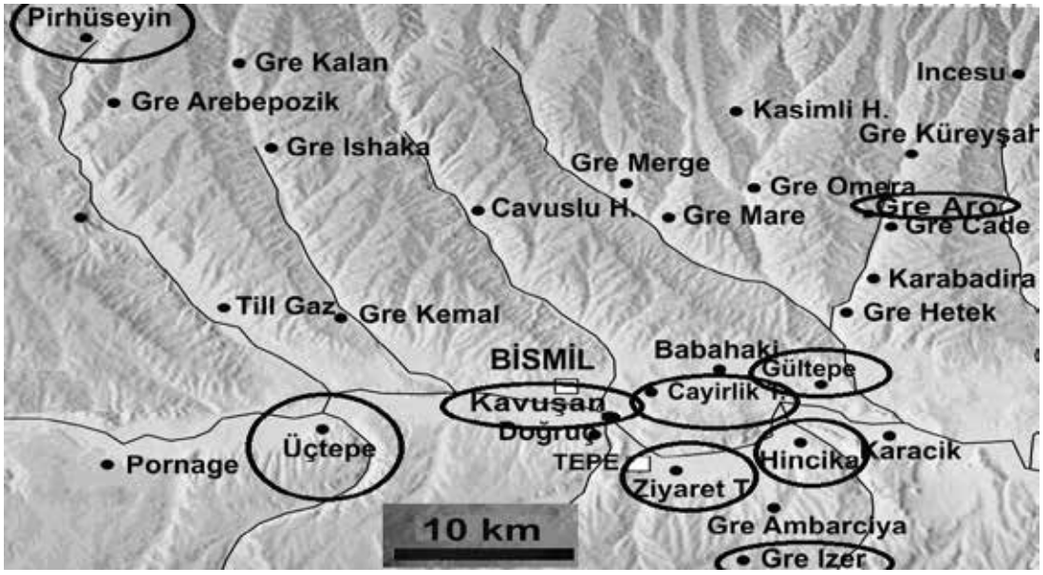


Figure 1. Map Showing the Locations of the Ceramics Studied.

Representative images of some selected RBWW samples used in the study are given in Fig. 2.

Figure 2. Representative Samples of RBWW.

3. RESULTS and DISCUSSION

XRF results for the ceramics from various locations of the Upper Tigris region are given in Table 1-3 (basic oxides; SiO_2+Al_2O_3, the sum of alkaline-earth alkaline oxides; MgO+K_2O+Na_2O+CaO, also CaO and Fe_2O_3).

Table 1. The Amounts of Alkaline-Earth Alkaline Oxides, CaO, Fe_2O_3 and SiO_2+ Al_2O_3 Determined For The RBWW samples of Kavuşan Höyük.

Sample code	SiO_2+Al_2O_3	CaO	Fe_2O_3	MgO+K_2O+Na_2O+CaO
KH-GUV	72,16	6,52	10,45	15,89
KH-HHV	73,79	6,21	8,52	16,24
KH-FMY	74,95	6,48	8,39	15,37
KH-EGM(2)	66,89	15,69	7,93	23,66
KH-HFC	74,42	6,79	8,47	15,85
KH-DOR	72,69	7,65	8,76	17,11
KH-DOJ	87,22	1,17	5,95	5,31
KH-BRO(2)	72,34	8,68	7,78	18,03
KH-CDV	77,88	6,69	6,54	14,41
KH-HKD	73,80	11,40	6,00	18,60
KH-CZM	72,90	11,92	6,70	19,47
KH-BGA	75,31	5,54	8,47	14,64
KH-GKJ	72,70	8,75	8,35	17,80
KH-FOM	73,55	7,50	9,29	15,97
KH-DOJ	74,60	5,62	8,8	15,31
KH-FNZ	73,51	6,85	9,08	16,03
KH-GPU	72,69	7,99	8,67	17,40
KH-HKV	74,81	4,28	9,96	13,76
KH-EPY	72,84	7,16	9,10	16,76
KH-GYS	77,31	3,11	8,73	12,55
KH-GMB	73,55	6,82	8,8	16,37
KH-BRO(1)	83,42	5,47	6,45	9,17

Table 2. The Amounts of Alkaline-Earth Alkaline Oxides, CaO, Fe_2O_3 and SiO_2+ Al_2O_3 Determined For The RBWW samples of Üçtepe (ÜTP), Hıncıka Höyük (HCK) and Gültepe (GTP).

Sample code	SiO_2+Al_2O_3	CaO	Fe_2O_3	MgO+K_2O+Na_2O+CaO
ÜTP-15	71,00	12,10	7,35	20,22
ÜTP-16	72,15	7,12	9,45	17,01
ÜTP-18	76,46	7,57	7,32	15,14
ÜTP-19	73,61	6,42	8,94	15,81
ÜTP-20	73,68	6,75	8,92	16,21
HCK-2	73,07	7,60	8,78	16,98
HCK-3	71,17	12,60	7,44	20,07
HCK-7	72,13	7,25	9,2	17,13
GTP-13	71,58	11,81	7,33	19,59
GTP-14	74,45	5,42	9,31	14,51
GTP-15	73,71	10,75	7,09	18,07

Table 3. The Amounts of Alkaline-Earth Alkaline Oxides, CaO, Fe_2O_3 and SiO_2+ Al_2O_3 Determined For The RBWW samples of Gre Aro (GREARO), Pir Hüseyin (PHS), Ziyaret Tepe (ZYR), Çayırlık (ÇYR) and Gre İzor (GRZ).

Sample code	SiO_2+Al_2O_3	CaO	Fe_2O_3	MgO+K_2O+Na_2O+CaO
GREARO-2	78,31	4,64	7,44	12,95
GREARO-3	70,21	11,71	8,13	20,28
GREARO-4	71,78	11,88	6,41	19,28
PHS-3	74,47	9,63	7,34	16,45
PHS-5	74,48	5,79	8,65	14,83
PHS-9	63,72	20,82	7,24	27,86
ZYR-4	70,82	10,80	8,22	19,51
ZYR-5	70,64	11,80	7,72	20,2
ZYR-6	69,29	13,40	7,73	21,78
ÇYR-13	69,72	13,70	7,04	21,83
ÇYR-14	72,61	9,35	8,08	17,73
ÇYR-18	69,61	14,10	7,13	21,90
GRZ-22	66,21	16,80	7,72	24,54
GRZ-27	67,29	15,70	7,54	23,69
GRZ-36	67,43	13,50	8,34	22,61

A graphic showing comparative chemical composition of the ceramics is given in Fig. 3. This visual graphic revealed the similarities and/or differences among the ceramics. The oxide contents can also give information about the raw material (mineral) content of the ceramics [6]. Considering Fig. 3, it can be predicted that most of the ceramics would have been produced using the same or similar raw materials.

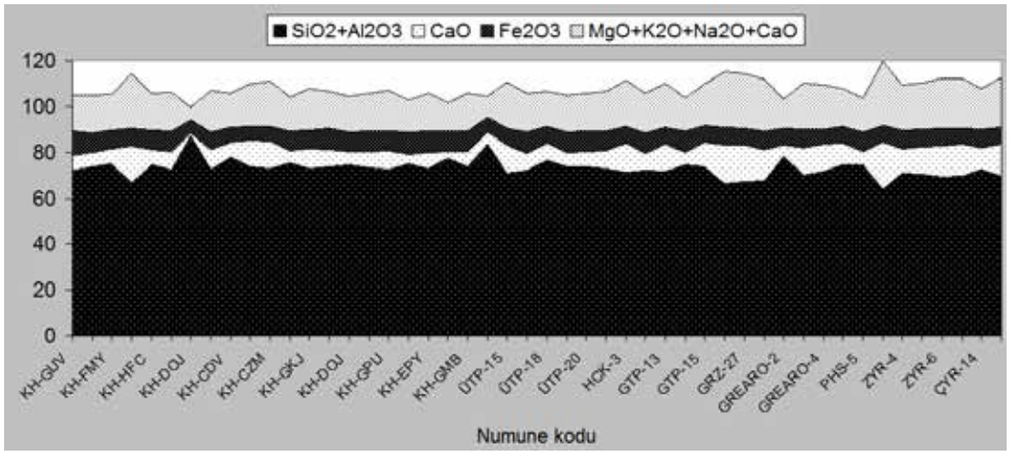


Figure 3. Area Chart Comparatively Showing the Chemical Composition of Ceramics.

According to the results, it can be concluded that 48 ceramic findings generally have similar chemical composition except few of the samples. It was found that the samples of EGM(2), DOJ (sample with the highest amount of SiO_2+Al_2O_3; 87.22 % wt.) and BRO-1 from Kavuşan Höyük, GRZ-22, GRZ-27 and GRZ-36 from Gre Izor, GREARO-2 from Gre Aro and PHS-9 (sample with the highest amount of CaO; 20.82 % wt.) from Pir Hüseyin showed significant differences in terms of chemical composition compared to the others.

When the XRF results of RBWW samples from Kavuşan Höyük (possessing the most samples in the sample set) were considered, it has been found that the samples generally showed an obvious affinity among themselves in terms of chemical composition. The samples showing distinctive differences in this group with respect to CaO content were EGM(2) (15.69 % wt.) and DOJ (1.17 % wt.), which were also differentiated from the whole sample set. These two samples have the highest and lowest amount of CaO, respectively, among the samples of Kavuşan Höyük. The obtained results suggested that raw material/clay resource or resources with the same or substantially similar mineralogical content would have been used in production of the RBWW samples from Kavuşan Höyük.

When an overall assessment is made for all groups; it can be mentioned that the samples having more amount of alkaline oxide + earth alkaline oxide could be sintered more easily at the equivalent temperature or sintered at lower temperatures compared to the others [7]. CaO content provides significant information about the presence of carbonates in ceramics [8]. In case of high amount of this content, it is expected that carbonated materials (i.e. calcite, dolomite) would have been used and therefore these materials (under appropriate conditions) would react with other minerals/oxides in ceramic fabrics to form new phases during the firing process [7,8]. Fe_2O_3 content in the samples was thought to come generally from the clay. Taking into account the red-brown colors of the samples, it was deduced that the iron minerals could be the main natural coloring pigments in the ceramic fabrics [9,10]. This content may also give information about the firing atmosphere of the

ceramics. It can be perceived that the content of SiO_2+Al_2O_3 in the samples is proportional to the amount of clay/clay minerals in the ceramics. The oxides indicating the presence of clays (aqueous alumina silicates) in ceramic fabrics are naturally SiO_2 and Al_2O_3. It can therefore be predicted that the samples containing these oxides more than others would be richer in clay content than the other samples.

4. CONCLUSIONS

In the present study, some of the preliminary results of a research project including the characterization of 48 representative samples of Red Brown Wash Ware (RBWW) from various sites of the Upper Tigris valley are evaluated. For that purpose, the results of XRF analysis applied for RBWW samples from Kavuşan Höyük, Üçtepe, Ziyaret Tepe, Hıncıka (Merdan), Gre İzer, Çayırlık, Gültepe, Pir Hüseyin and Gre Aro, which take place in the mentioned region, are presented. The obtained data revealed that most of the investigated RBWW samples from the region generally showed an affinity in terms of chemical composition. XRF results indicated that different raw materials (clay deposits) would have been used in production of the ceramics which have a distinctive diversity in respect to the oxide content. It is predicted that more detailed information about these ceramics will be obtained by combining and interpreting the results of other analyses carried out in order to determine the mineralogical content and micro-macro structural features as well as the firing properties. It is believed that the present study would be a significant scientific step for the further researches, since the number of detailed archaeometrical studies on such type of ceramics in the region is limited.

ACKNOWLEDGMENT

We gratefully thank Prof. Dr. Gülriz KOZBE (Batman University, Turkey) for providing the ceramics samples from her archaeological projects, and also for her literature contribution to the Introduction. Dumlupınar University (Turkey), Scientific Research Projects (BAP) department is also acknowledged for the financial support; project no: DPU-BAP, 2015-78. Finally we would like to thank the authorities and personnel of ILTEM (Dumlupınar University, İleri Teknolojiler Merkezi) where the analyses have been carried out.

REFERENCES

[1] Algaze, G., A new frontier: First results of the Tigris-Euphrates archaeological reconnaissance project, 1988, J. Near Eastern Stud. (48/4) 241-281, 1989.

[2] Parker, B.J., Creekmore, A., Dodd, L.S. (2001). Yukarı Dicle arkeolojik araştırma projesi (UTARP): Kenan Tepe'nin kültürel tarihinin ön sentezi (Salvage project of the archaeological heritage of the Ilısu and Carchemish dam reservoirs activities in 2001), 547-602.

http://content.lib.utah.edu/cdm/ref/collection/uspace/id/5661 (Date of access: 27.10.2015)

[3] Parker, B.J., Dodd, L.S., The early second millennium ceramic assemblage from Kenan Tepe, Southeastern Turkey, A preliminary assessment, Anatolian Studies, 53, 33-69, 2003.

[4] Kozbe, G., *Kavuşan Höyük 2005 Yılı Kazısı*, 28. Kazı Sonuçları Toplantısı 1, 573-588, Ankara, 2007.

[5] Kozbe, G., *Kavuşan Höyük Kazısı, 2008*, 31. Kazı Sonuçları Toplantısı 4, 173-196, Ankara, 2010.

[6] Kozbe, G., Diyarbakır/Kavuşan Höyük 2005-2008 Kazıları, Ilısu Barajı ve HES Projesi Arkeolojik Kazıları 2004-2008 Çalışmaları, Ed. Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü – Diyarbakır Müze Müdürlüğü, 331-376, 2013.

[7] Issi, A., Kara, A., An investigation of pottery production technology for the West Slope wares from Dorylaion (Eskişehir/Turkey), Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, 52/1, 42-47, 2013.

[8] Bayazit, M., Işık, I., Issi, A., Genç, E., Archaeometric investigation of the Late Chalcolithic-Early Bronze Age I and the 1st–2nd millennium BCE potteries from Kuriki-Turkey, Applied Clay Science (126) 180-189, 2016.

[9] Issi, A., Raškovska, A., Kara, A., Grupce, O., Minčeva-Šukarova, B., Okyar, F., Scanning electron microscopy and micro-Raman spectroscopy of slip layers of Hellenistic ceramic wares from Dorylaion/Turkey, Ceram. Int. 37, 1879-1887, 2011.

[10] Bayazit, M., Işık, I., Issi, A., Genç, E., Spectroscopic and thermal techniques for the characterization of the first millennium AD potteries from Kuriki-Turkey, Ceramics International, 14769-14779, 2014.

BİLDİRİ

YUKARI DİCLE BÖLGESİ'NDE ELE GEÇEN KIZIL KAHVE BOYA ASTARLI SERAMİK ÖRNEKLERİ ÜZERİNDE YAPILAN ARKEOMETRİK BİR ÇALIŞMANIN ÖN SONUÇLARI

Murat BAYAZİT [1], İskender IŞIK [2], Akarcan GÜNGÖR [3], Ali İSSİ [2]

[1] Batman Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik Bölümü, Batman / TÜRKİYE
[2] Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği, Kütahya / TÜRKİYE
[3] Batman Üniversitesi, Sason Meslek Yüksek Okulu, Eser Koruma, Batman / TÜRKİYE

ÖZET

Yukarı Dicle Bölgesi tarih boyunca önemli gelişmeler ve kültürel etkileşimlere tanıklık etmiştir. Günümüzde ise bu bölge Ilısu Barajı'nın faaliyete geçmesiyle su altında kalma veya barajın etki alanı altında kalma tehlikesiyle karşı karşıyadır. Bu çalışma Yukarı Dicle Vadisi'ndeki çeşitli alanlarda ele geçen Kızıl Kahve Boya Astarlı Mallar'ın (**R**ed **B**rown **W**ash **W**are: RBWW) karakterizasyonunu içeren bir araştırma projesinin ön sonuçlarını sunmaktadır. Bu seramikler Erken Tunç Çağı'nın sonları ve tüm Orta Tunç Çağı'nda bölgede ortaya çıkmıştır. Mevcut çalışmada temsili RBWW örnekleri için uygulanan kimyasal analiz (XRF) sonuçları seramiklerin üretiminde kullanılan başlangıç hammaddelerindeki farklılık veya benzerliklerin ortaya çıkartılması kapsamında ele alınmıştır. Temel oksitler (SiO_2+Al_2O_3) ve alkali-toprak alkali oksitlerin toplamları (MgO+K_2O+Na_2O+CaO) ile CaO ve Fe_2O_3 içerikleri seramiklerin muhtemel yapısal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Arkeometri, Seramik, Kızıl Kahve Boya Astarlı Mallar, Yukarı Dicle Bölgesi.

1. GİRİŞ

Yukarı Dicle Bölgesi tarih boyunca önemli gelişmelere ve zengin kültürel etkileşimlere tanıklık etmiş bir bölge olarak karşımıza çıkmaktadır [1,2]. Sahip olduğu stratejik konumu ve Dicle Nehri sayesinde geniş sulama olanaklarına sahip olan verimli tarım alanları, ayrıca Ergani-Maden civarında yer alan bakır yatakları sayesinde bu bölge Prehistorik Çağlar'dan itibaren her dönem önemini korumuştur. Nitekim bölgede yaklaşık 20 yıldır Ilısu Barajı ve HES projesi çerçevesinde gerçekleştirilen kurtarma kazıları ile ortaya konulan sonuçlar, Yukarı Dicle Havzası'nın MÖ 2.binyılda da yoğun yerleşim görerek güneydeki Mezopotamya toprakları ile kuzeydeki Doğu Anadolu yüksek yaylası arasında kendine özgü bir kültür bölgesi yarattığını gözler önüne sermiştir [3].

Ilısu Barajı'nın önümüzdeki iki yıl içinde faaliyete geçmesiyle birlikte yukarıda adı sayılan yerleşim yerlerinin çoğu sular altında ya da baraj gölü

etkilenme alanında kalacaktır. Bu bağlamda baraj gölü alanı altında kalacak olan kültür varlıklarının korunması amacıyla 1998 yılından itibaren Kültür ve Turizm Bakanlığı ile Devlet Su İşleri (DSİ) işbirliği ile bölgede kurtarma kazılarının yanı sıra arkeolojik ve jeomorfolojik yüzey araştırmaları yürütülmüştür [4-6]. Höyüklerin su altında kalmasıyla birlikte elimizde sadece bu yerleşim yerleri hakkında yapılan yayınlar kalacaktır. Dolayısıyla ele geçen buluntular ve bu buluntular üzerinde yapılan arkeometrik incelemeler ve sonuçları da en az arkeolojik belgeleme kadar önem taşımaktadır.

Yukarı Dicle Bölgesi'nde yapılan kazı ve yüzey araştırmalarında ele geçen Kızıl Kahve Boya Astarlı Mallar (**R**ed **B**rown **W**ash **W**are: RBWW) bölgedeki önemli seramik gruplarından birisidir. Bu grup üzerinde yapılan detaylı arkeometrik çalışmaların sınırlı olması mevcut çalışmaların önemini artırmaktadır. Elde edilen sonuçların hem seramiklerin ait oldukları dönemlerin özelliklerinin aydınlatması hem de Tunç Çağı seramik üretim süreçlerinin tarihsel gelişiminin ortaya konulması bakımından literatüre nitelikli ve kapsamlı bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışmada yer alan Kızıl Kahve Boya Astarlı Mallar için bazı spesifik bilgiler aşağıdaki gibidir;

Kızıl Kahve Boya Astarlı Mallar (**RBWW**): Orta Tunç Çağı'nda Mardin Dağları ile Toros Dağları arasında kalan Yukarı Dicle Havzası'nda yayılım gösteren bu çanak çömlekler, Yukarı Dicle Havzası'nda yüzey işlenişleri, biçimleri ve hamurlarına göre alt gruplara gruplandırılmıştır. Çark yapımı olan bu seramikler astarın kap yüzeyine uygulanış biçimine ve astarın rengine göre alt gruplara ayrılmaktadır. Kahverengi fırça izli grup genelde sert ve özsüz, yoğun olarak kum katkılıdır. Hamur rengi kızıl kahverengi (5 YR 3/2) olup üzerinde bej (10 YR 7/3) ile kırmızı (2.5 YR 5/8) fırça izli astar bulunmaktadır. Astarın tüm kap yüzeyini kaplaması ve kalın olması nedeniyle hamur renginin astar altından görünmediği ikinci grup, kahverengi ve kırmızı-kahverengi astarlıdır. Üzerindeki astar kahverengi (7.5 YR 5/4) ile kızıl kahverengi (5 YR 5/4) arasında değişmektedir.

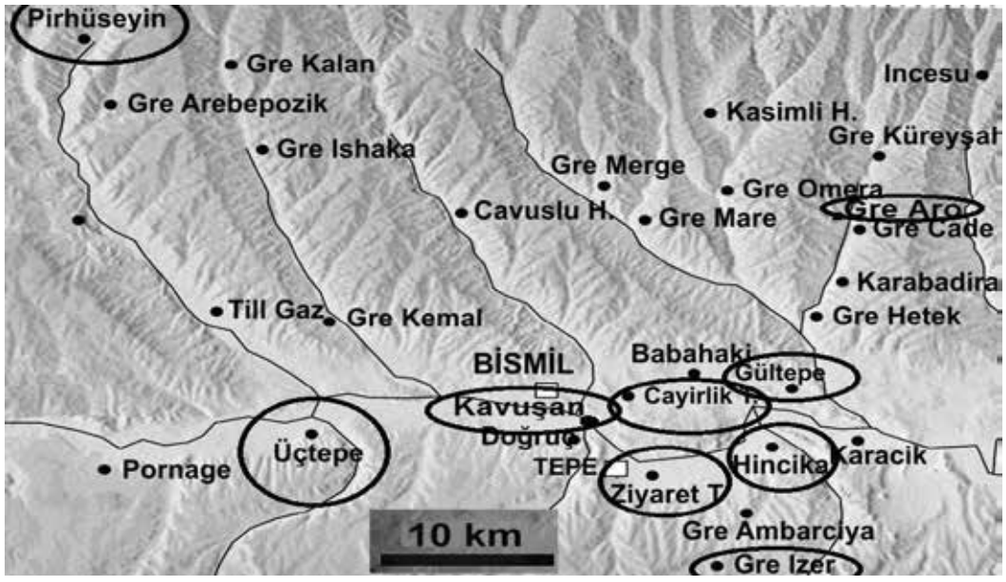
Bu çalışmada; Diyarbakır Müze Müdürlüğü'nün başkanlığı ve Prof. Dr. Gülriz KOZBE'nin bilimsel danışmanlığı altındaki "*Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Bulunan Erken Tunç Çağına ait Metalik Mallar ile Orta Tunç Çağına ait Koyu Renk Ağız Kenarlı Çanaklar, Kızıl Kahve Boya Astarlı Mallar, Gri Mallar ve Habur Mallarının ve Bölgede Yer Alan Kil Yataklarının Mineralojik, Petrografik, Jeokimyasal ve Arkeolojik Olarak İncelenmesi*" başlıklı Ilısu Barajı ve HES Projesi Koordinasyon Merkezi projesi olarak gerçekleştirilen çalışmalar sırasında toplanılan örneklerle, aynı bölgedeki "*Ilısu Barajı ve HES Projesi Etki Alanında Kalan Kültür Varlıklarının Belgelenmesi ve Kurtarılmasına Yönelik Çalışmalar*" çerçevesinde Diyarbakır Müzesi Müdürlüğü'nün başkanlığı ve Prof. Dr. Gülriz KOZBE'nin bilimsel danışmanlığı altında yapılan Kavuşan Höyük arkeolojik kazılarında ele geçen seramikler arasında yer alan RBWW örnekleri kullanılmıştır [4-6]. Mevcut çalışmada bu seramik grubundan seçilen temsili numunelerin karakterizasyonunu içeren araştırma projesinin (DPU-BAP, 2015-78) ön sonuçlarını oluşturan XRF

analizi verileri yer almaktadır. Bahsedilen BAP projesi kapsamında yapılan diğer karakterizasyon sonuçlarına ışık tutacağı düşünülen kimyasal analiz verileri araştırmanın önemli bir adımını oluşturmaktadır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Analizlerde kullanmak amacıyla öncelikle RBWW ürün grubunu temsil edebilecek numuneler form, renk ve dokusal özelliklerine göre seçilmiştir. Çalışmada yer alan numunelerin temin edildiği lokasyon noktaları Görsel 1'de verilmiştir.

Analizler öncesinde seramikler üzerinde gözlemlenen kir tabakalarının yumuşatılması ve seramiğin porlu yapısına difüze olarak tortulaşmış olabilecek çözülebilir kalıntıların uzaklaştırılması amacıyla örnekler 24 saat saf suda bekletilmiştir. Seramiklere asitle muamele yapılmamıştır. Kurutulan seramikler agat ve porselen havanlarda öğütülerek belirli bir tane boyutuna getirilmiştir (~ <100 μm). Öğütme esnasında seramiklerin farklı bölgelerinden parça alınarak homojen toz karışımları elde edilmiştir. Elde edilen tozlardan pelletler hazırlanarak Panalytical marka ve Axios model XRF cihazı ile analizler gerçekleştirilmiştir.



Görsel 1. İncelenen Seramiklerin Ele Geçtiği Yerlerin Lokasyonunu Gösteren Harita.

İncelenen seramikler arasından seçilen bazı RBWW numunelerinin temsili görüntüleri Görsel 2'de verilmiştir.

Görsel 2. Temsili RBWW Örnekleri.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Yukarı Dicle Bölgesi'nin farklı noktalarından alınan seramikler için gerçekleştirilen XRF analizi sonuçları (temel oksitler; SiO_2+Al_2O_3, alkali-toprak alkali oksitlerin toplamları; MgO+K_2O+Na_2O+CaO, ayrıca CaO ve Fe_2O_3) Çizelge 1-3'te verilmiştir.

Çizelge 1. Kavuşan Höyük RBWW Örneklerinde Bulunan Alkali Oksitler+Toprak Alkali Oksitler, CaO, Fe_2O_3 ve SiO_2+ Al_2O_3 Miktarları.

Numune Kodu	SiO_2+Al_2O_3	CaO	Fe_2O_3	MgO+K_2O+Na_2O+CaO
KH-GUV	72,16	6,52	10,45	15,89
KH-HHV	73,79	6,21	8,52	16,24
KH-FMY	74,95	6,48	8,39	15,37
KH-EGM(2)	66,89	15,69	7,93	23,66
KH-HFC	74,42	6,79	8,47	15,85
KH-DOR	72,69	7,65	8,76	17,11
KH-DOJ	87,22	1,17	5,95	5,31
KH-BRO(2)	72,34	8,68	7,78	18,03
KH-CDV	77,88	6,69	6,54	14,41
KH-HKD	73,80	11,40	6,00	18,60
KH-CZM	72,90	11,92	6,70	19,47
KH-BGA	75,31	5,54	8,47	14,64
KH-GKJ	72,70	8,75	8,35	17,80
KH-FOM	73,55	7,50	9,29	15,97
KH-DOJ	74,60	5,62	8,8	15,31
KH-FNZ	73,51	6,85	9,08	16,03
KH-GPU	72,69	7,99	8,67	17,40
KH-HKV	74,81	4,28	9,96	13,76
KH-EPY	72,84	7,16	9,10	16,76
KH-GYS	77,31	3,11	8,73	12,55
KH-GMB	73,55	6,82	8,8	16,37
KH-BRO(1)	83,42	5,47	6,45	9,17

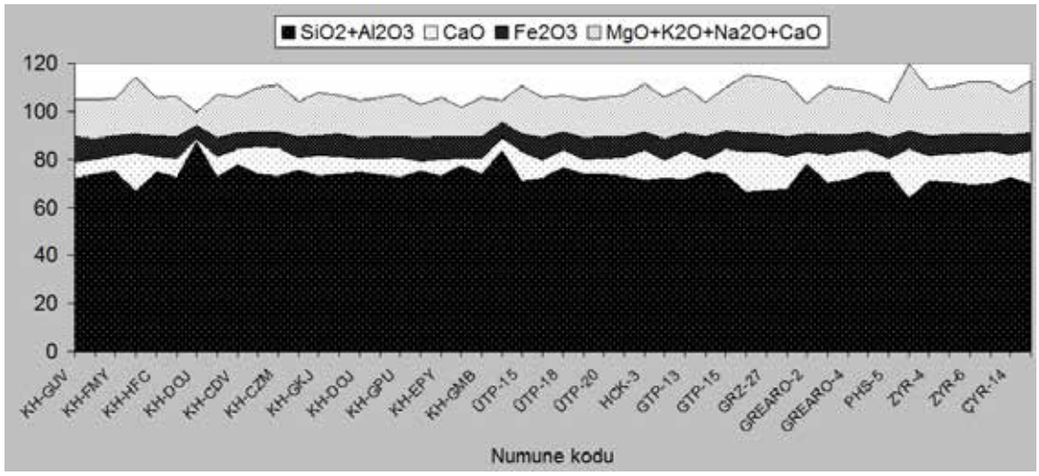
Çizelge 2. Üçtepe (ÜTP), Hıncıka Höyük (HCK) ve Gültepe (GTP) RBWW Örneklerinde Bulunan Alkali Oksitler+Toprak Alkali Oksitler, CaO, Fe_2O_3 ve SiO_2+ Al_2O_3 Miktarları.

Numune Kodu	$SiO_2+Al_2O_3$	CaO	Fe_2O_3	$MgO+K_2O+Na_2O+CaO$
ÜTP-15	71,00	12,10	7,35	20,22
ÜTP-16	72,15	7,12	9,45	17,01
ÜTP-18	76,46	7,57	7,32	15,14
ÜTP-19	73,61	6,42	8,94	15,81
ÜTP-20	73,68	6,75	8,92	16,21
HCK-2	73,07	7,60	8,78	16,98
HCK-3	71,17	12,60	7,44	20,07
HCK-7	72,13	7,25	9,2	17,13
GTP-13	71,58	11,81	7,33	19,59
GTP-14	74,45	5,42	9,31	14,51
GTP-15	73,71	10,75	7,09	18,07

Çizelge 3. Gre Aro (GREARO), Pir Hüseyin (PHS), Ziyaret Tepe (ZYR), Çayırlık (ÇYR) ve Gre İzor (GRZ) RBWW Örneklerinde Bulunan Alkali Oksitler+Toprak Alkali Oksitler, CaO, Fe_2O_3 ve SiO_2+ Al_2O_3 Miktarları.

Numune Kodu	$SiO_2+Al_2O_3$	CaO	Fe_2O_3	$MgO+K_2O+Na_2O+CaO$
GREARO-2	78,31	4,64	7,44	12,95
GREARO-3	70,21	11,71	8,13	20,28
GREARO-4	71,78	11,88	6,41	19,28
PHS-3	74,47	9,63	7,34	16,45
PHS-5	74,48	5,79	8,65	14,83
PHS-9	63,72	20,82	7,24	27,86
ZYR-4	70,82	10,80	8,22	19,51
ZYR-5	70,64	11,80	7,72	20,2
ZYR-6	69,29	13,40	7,73	21,78
ÇYR-13	69,72	13,70	7,04	21,83
ÇYR-14	72,61	9,35	8,08	17,73
ÇYR-18	69,61	14,10	7,13	21,90
GRZ-22	66,21	16,80	7,72	24,54
GRZ-27	67,29	15,70	7,54	23,69
GRZ-36	67,43	13,50	8,34	22,61

Seramiklerin kimyasal kompozisyon içeriklerinin karşılaştırmalı olarak verildiği grafik Görsel 3'te verilmiştir. Böylelikle seramiklerin kendi aralarındaki benzerlik ve/veya farklılıklar ortaya konulmuştur. Oksit içerikleri mineralojik olarak da seramiklerin hammadde ihtivası hakkında bilgi verebilmektedir [6]. Grafiğe göz atıldığında çoğu seramiğin genel olarak aynı/benzer hammaddelerden üretilmiş olabileceği öngörülebilmektedir.



Görsel 3. Seramiklerin Kimyasal Kompozisyon İçeriklerini Karşılaştırmalı Olarak Gösteren Alan Grafiği.

Sonuçlar incelendiğinde 48 seramik buluntunun bazı numuneler hariç genel olarak benzer kimyasal kompozisyona sahip olduğu söylenebilir. Buna göre; Kavuşan Höyük'ten EGM(2), DOJ (SiO_2+Al_2O_3 miktarı en yüksek olan numune; 87.22 % ağ.) ve BRO-1 kodlu numuneler, Gre İzor'dan GRZ-22, GRZ-27 ve GRZ-36, Gre Aro'dan GREARO-2 ve Pir Hüseyin'den PHS-9 (CaO içeriği en fazla olan numune; 20.82 % ağ.) kodlu numunelerin diğerlerine göre kimyasal kompozisyon bakımından belirgin farklılıklar gösterdikleri tespit edilmiştir.

Numune seti içerisinde en fazla numuneye sahip olan Kavuşan Höyük RBWW örneklerinin XRF sonuçları incelendiğinde, bu seramiklerin genel olarak kimyasal kompozisyon bakımından kendi aralarında benzer olduğu tespit edilmiştir. CaO içeriği açısından bu grupta belirgin farklılık gösteren numuneler genel olarak da tüm numunelerden ayrılan EGM(2) (15.69 % ağ.) ve DOJ (1.17 % ağ.) kodlu numuneler olmuştur. Bu iki numune Kavuşan Höyük örnekleri arasında sırasıyla en yüksek ve en düşük CaO içeren seramiklerdir. Elde edilen bu sonuçlar Kavuşan Höyük RBWW örneklerinin üretiminde aynı veya büyük oranda benzer mineralojik içerikli hammadde/kil kaynak veya kaynaklarının kullanılmış olabileceğine işaret etmektedir.

Tüm gruplar için genel bir değerlendirme yapılacak olursa; alkali oksit + toprak alkali oksit içeriği fazla olan numunelerin diğerlerine göre eşdeğer sıcaklıkta daha kolay sinterlenebileceği veya diğerlerine kıyasla daha düşük sıcaklıklarda sinterlenebileceği söylenebilir [7]. CaO içeriği seramiklerdeki karbonatlı içeriklerin varlığı hakkında önemli bilgiler vermektedir [8]. Bu içeriğin fazla olması durumunda karbonatlı malzemelerin (kalsit, dolomit vb) kullanılmış olabileceği ve dolayısıyla pişirim sırasında (uygun koşulların sağlanması durumunda) bu malzemelerin seramik bünyedeki diğer mineral/oksitler ile reaksiyona girerek yeni fazlar oluşturabileceği beklenmektedir [7,8]. Numunelerdeki Fe_2O_3 içeriğinin genel olarak kilden geldiği öngörülmektedir. Numunelerin kırmızı-kahve tonlarındaki renkleri dikkate alındığında, bu seramiklerdeki doğal renklendiricilerin başlıca demir

minerallerine ait olduğu düşünülmektedir [9,10]. Bu içerik aynı zamanda seramiklerin pişirim atmosferi hakkında bilgiler verebilmektedir. Numunelerde bulunan SiO_2+Al_2O_3 içeriğinin seramiklerdeki kil miktarı ile orantılı olduğu söylenebilir. Sulu alumina silikatlar olan killerin seramik bünyedeki varlığına işaret eden oksitler doğal olarak SiO_2 ve Al_2O_3 olmaktadır. Dolayısıyla bu oksitleri diğerlerine göre daha fazla içeren numunelerin kil içeriği bakımından diğer örneklere kıyasla daha zengin olduğu öngörüsünde bulunulabilir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada Yukarı Dicle Vadisi'ndeki çeşitli yerleşim yerlerinden temin edilen toplamda 48 adet temsili Kızıl Kahve Boya Astarlı Mallar'ın (RBWW) karakterizasyonunu içeren bir araştırma projesinin ön sonuçları ele alınmıştır. Bu amaçla bölgede yer alan Kavuşan Höyük, Üçtepe, Ziyaret Tepe, Hıncıka (Merdan), Gre İzer, Çayırlık, Gültepe, Pir Hüseyin ve Gre Aro'da ele geçen RBWW örnekleri için uygulanan XRF analizine ait veriler sunulmuştur. Elde edilen sonuçlar bölgedeki bu seramik grubundaki çoğu örneğin kimyasal kompozisyon bakımından genel olarak benzerlik gösterdiğini ortaya koymuştur. XRF sonuçları numune setinde oksit içeriği bakımından belirgin değişiklik gösteren seramiklerin üretiminde farklı hammaddelerin kullanılmış olabileceğine işaret etmektedir. Mineralojik içerik ve mikro-makro yapısal özellikler, ayrıca pişirim özelliklerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen diğer analizlere ait sonuçların ileriki zamanlarda bir araya getirilmesi ve yorumlanması ile seramikler hakkında daha detaylı bilgi edinileceği öngörülmektedir. Bölgedeki bu tip seramik grupları için yapılan detaylı arkeometrik çalışmaların sayıca sınırlı olması bakımından mevcut çalışmanın bilimsel olarak önemli bir basamak niteliğinde olduğu düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Öncelikle, çalışmada kullanılan seramik örneklerinin teminini sağlayan ve çalışmaya literatür katkısında bulunan Prof. Dr. Gülriz KOZBE'ye (Batman Üniversitesi), finansal desteğinden dolayı Dumlupınar Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü'ne (Proje Kodu: DPU-BAP; 2015-78) ve son olarak analizlerin gerçekleştirildiği İLTEM (Dumlupınar Üniversitesi, İleri Teknolojiler Merkezi) yetkilileri ve çalışanlarına teşekkür ediyoruz.

KAYNAKÇA

[1] Algaze, G., A new frontier: First results of the Tigris-Euphrates archaeological reconnaissance project, 1988, J. Near Eastern Stud. (48/4) 241-281, 1989.

[2] Parker, B.J., Creekmore, A., Dodd, L.S. (2001). Yukarı Dicle arkeolojik araştırma projesi (UTARP): Kenan Tepe'nin kültürel tarihinin ön sentezi (Salvage project of the archaeological heritage of the Ilısu and Carchemish dam reservoirs activities in 2001), 547-602.

http://content.lib.utah.edu/cdm/ref/collection/uspace/id/5661 (Erişim Tarihi: 27.10.2015)

[3] Parker, B.J., Dodd, L.S., The early second millennium ceramic assemblage from Kenan Tepe, Southeastern Turkey, A preliminary assessment, Anatolian Studies, 53, 33-69, 2003.

[4] Kozbe, G., *Kavuşan Höyük 2005 Yılı Kazısı*, 28. Kazı Sonuçları Toplantısı 1, 573-588, Ankara, 2007.

[5] Kozbe, G., *Kavuşan Höyük Kazısı, 2008*, 31. Kazı Sonuçları Toplantısı 4, 173-196, Ankara, 2010.

[6] Kozbe, G., Diyarbakır/Kavuşan Höyük 2005-2008 Kazıları, Ilısu Barajı ve HES Projesi Arkeolojik Kazıları 2004-2008 Çalışmaları, Ed. Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü – Diyarbakır Müze Müdürlüğü, 331-376, 2013.

[7] Issi, A., Kara, A., An investigation of pottery production technology for the West Slope wares from Dorylaion (Eskişehir/Turkey), Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, 52/1, 42-47, 2013.

[8] Bayazit, M., Işık, I., Issi, A., Genç, E., Archaeometric investigation of the Late Chalcolithic-Early Bronze Age I and the 1st–2nd millennium BCE potteries from Kuriki-Turkey, Applied Clay Science (126) 180-189, 2016.

[9] Issi, A., Raškovska, A., Kara, A., Grupce, O., Minčeva-Šukarova, B., Okyar, F., Scanning electron microscopy and micro-Raman spectroscopy of slip layers of Hellenistic ceramic wares from Dorylaion/Turkey, Ceram. Int. 37, 1879-1887, 2011.

[10] Bayazit, M., Işık, I., Issi, A., Genç, E., Spectroscopic and thermal techniques for the characterization of the first millennium AD potteries from Kuriki-Turkey, Ceramics International, 14769-14779, 2014.

DEVELOPMENT OF PHOSPHORESCENT VIOLET/PURPLE GLAZES ON TRADITIONAL GLAZED TILES

Eda TAŞÇI[1], Keriman PEKKAN[2], Murat ISPALARLI[1], Bekir KARASU[3]

[1]Dumlupinar University, Department of Materials Science and Engineering, Kütahya, Türkiye
[2]Dumlupinar University, Department of Ceramic and Glass, Kütahya, Türkiye
[3]Anadolu University, Department of Materials Science and Engineering, Eskişehir, Türkiye

Abstract

Phosphorescence (or luminescence) effect is a type of radiation phenomenon of a non–cunductive material which the diffusion or the radiation continues at room temperature even after excitation (usually UV) on material completes. Under UV excitation, some chemical and physical defects (additive gaps) form on the main crystal latice and cause discrete layers on band gap. Electrons or gaps are entrapped on the discrete layers after the excitation finishes. Unless there is no sufficient energy for re–combination of layers, entrapped charge carriers remains on meta–stable state. Phosphorescent pigments absorb a certain wavelength of light and radiate it to the surrounding when light source is removed. The long–lasting violet (magenta)/violet–blue phosphorescent pigments in the dark are generally used for surface coating, mixed with glass, metal, ceramic, resin, polymer, plastic etc. In this study different amount of violet phosphorescent pigments were used in traditional Turkish çini tiles and sintered in laboratory kiln. Afterwards, the best ones in terms of higher phosphorescence intensity were added into çini tile and sintered under industrial kiln conditions. To this end, the excitation and emission spectra of powders were recorded by means of a fluorescence spectrophotometer (Perkin Elmer LS55). The crystalline phases of the glazes were identified using X–ray diffraction (Panalytical–Empyrean) with Cu Kα radiation.

Keywords: Phosphorescence, violet, çini tiles, glaze, use.

1. INTRODUCTION

Phosphorescent pigments are luminescent products developed as a result of interaction of minerals with foreign substances called activators under various conditions. Fluorescence and phosphorescence incidents bear luminescent character. Objects with fluorescence properties reflect the rays coming towards them at certain wavelengths as a ray at a different wavelength. If changing of wavelengths continue after the rays are stopped, this phenomenon is called phosphorescence. In other words, after interaction with light if diffusion of light is short it is fluorescence and if it is long it is phosphorescence. When triplet status electrons gain their former return direction, they can return to the other electrons orbital order [1].

In recent years Karasu et al. have managed to produce yellowish–green and bluish–green pigments with phosphorescent characteristics and long diffusion duration that absorb (suck) light at a certain wavelength (visible range) and emit it in darkness in $SrAl_2O_4$: Eu^{2+} and $Sr_4Al_{14}O_{25}$: Eu^{2+} systems in addition to many different systems and presented the outcomes regarding the use of produced pigments in wall tile glazes and decorative glass systems [2–9].

Even though phosphorescent pigments are applied in many fields, they have not been evaluated effectively in tile glazes yet. Among the most important parameters in such a tile glaze output is that it can bring the frit that would be developed and then would contain phosphorescent pigment to the level that it would comply with industrial manufacturing conditions. The usage of frit is mandatory in many glaze type if a certain surface appearance and resistance is desired at the end of firing [7]. In contemporary glazed tile production, glazes prepared from transparent frits are widely used to bring the effect of coloured décor into prominence. Décor and colour are important parameters affecting the appearance of glaze surface.

Use of phosphorescent pigments in ceramic glazes may constitute both industrial and artistic effect and value. If suitable conditions are ensured, it is possible to use glazes also in ceramic floor and wall tiles. The highest temperature at which the pigment can endure without losing its phosphorescent quality being 900 ºC is the biggest problem in adding phosphorescence pigments to ceramic glazes. In this study, studies on fritted tile glazes and products with low firing temperature were conducted so that pigments which display phosphorescence can be effective in the glaze.

The main objective is to determine the behaviours of permanent purple coloured phosphorescence pigments that are phosphorescent in the dark in glazes by being added into commercially available frits with low melting temperature, and to examine the interaction of pigments with frit composite and the effect of glazed tiles on final surface properties.

2. EXPERIMENTAL STUDIES

Phosphorescent purple/violet pigments takem from Fosfortek San. Tic. Ltd. Şti., which emit light in the dark by absorbing light at a certain wavelength (visible range) and commercial low temperature frits with vetrosa (V) and colorobbia (C) codes from Colorobbia San. Kim. A.Ş. were used. After addition of kaolin, carboxymethylcellulose (CMC) and sodium tripolyphosphate (STPP) to such frits, mixtures of 20 grams (Table 1) were subjected to wet grinding for 15 minutes. Recipes were obtained by mixing suitable ratios of commercial vetrosa and C frits.

Table 1. Weight % of glaze mixtures

Materials/Raw Materials	By Weight %
Frit	95
Kaolin	5
Water	15 gr
Carboxymethylcellulose (CMC)	0.15 gr
Sodium tripolyphosphate (STPP)	0.25 gr

At the end of grinding purple/violet phosphorescent pigments of $CaAl_2O_4$ system were added to the mixture at 9, 12 and 15 % by weight and mixtures were subjected to grinding for another 3 minutes. Prepared glazes were applied on primed tile bodies of Altın Çini ve Seramik A.Ş. with a scraping knife. Glazed tile bodies were fired in laboratory condition in

Protherm HLF60 model kiln at 850 ºC (Figure 1). Mineralogical analysis of glazes were carried out with X–ray diffraction Empyrean Pan Alytical XRD device and the wavelength analyses of the glazes were carried out with Perkin Elmer LS55 phosphorescence spectrophotometer. Photographs of the glazes in the dark were taken with a Nikon coolpix P510 camera.

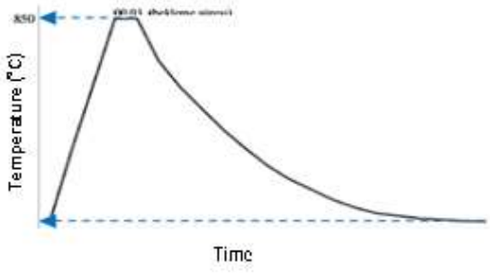


Figure 1. Laboratory type firing regime of pigment containing tile glaze.

3. RESULTS AND DISCUSSION

After firing the surfaces of the samples were examined in the dark and under normal conditions and pre– and post–firing luminescence differences were observed. Superficial errors (such as accumulation, spalling and cracking) resulting from glaze–body inconsistencies occurred in some of the samples. Thermal expansion differences between the body and the glaze may lead to such errors. If the expansion coefficient of the glaze is much more than that of the body, the tension occurring during cooling becomes higher than the elastic module of the glaze and leads to cracking. When the expansion coefficient of the body is higher, spalling problem is encountered on the tile during cooling.

The dark environment images of glazed tile with 9, 12 and 15 wt. % violet phosphorescent pigment content are presented in Figure 2. As the pigment ratio increases it is observed that purple luminescence increases and the colour becomes more apparent. With the use of more pigments a stronger luminescence can be obtained. While it is hard to notice the luminescence naturally with the naked eye or in bright environment, luminescence is clearly noticeable in the dark.

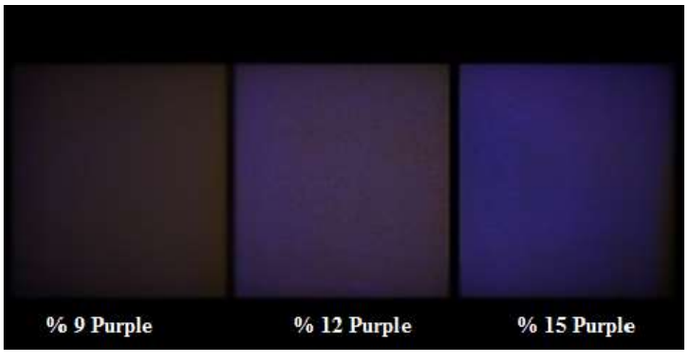


Figure 2. The dark environment images of glazed tile with 9, 12 and 15 wt. % violet phosphorescent pigment content.

When 9 % purple/violet containing samples are examined, it is determined that luminescence rate is low and its duration is short. Luminescence is seen at certain points on the surface. Luminescence of 12 % purple/violet consisting samples are somewhat more significant when compared to those with 9 % pigment content.
In order to observe how the results change when pigment intensity is increased samples with 15 % purple/violet content were tested and it was noticed that luminescence intensified and purple colour became more prominent.

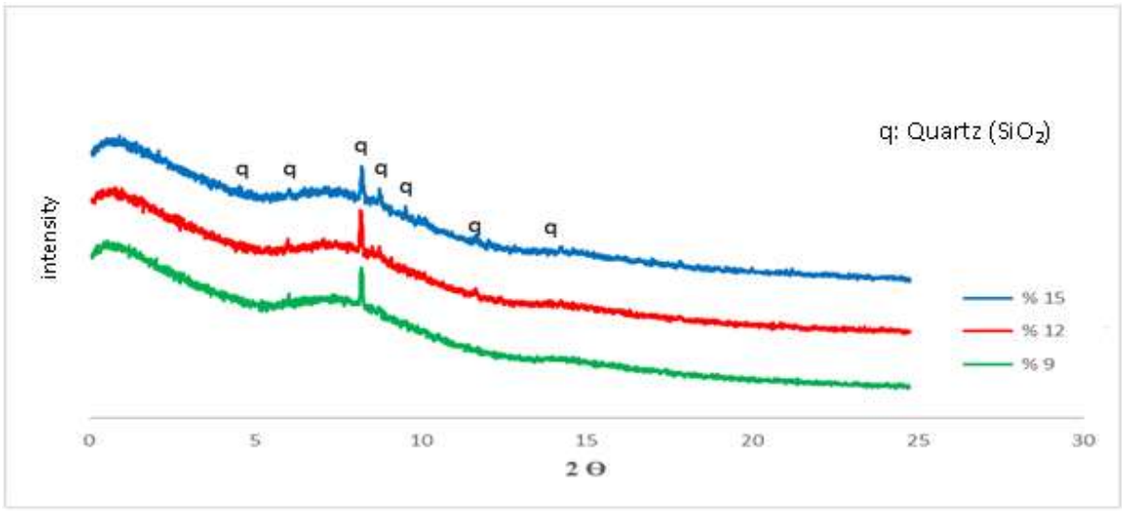


Figure 3. XRD patterns of glazed samples with 9, 12 and 15 wt. % violet phosphorescent pigment content prepared with (V) vetroza and (C) colorobbia commercial low–temperature frits.

XRD patterns of glazed samples with 9, 12 and 15 wt. % violet phosphorescent pigment content prepared with (V) and (C) coded frits are given in Figure 3. In general, it is seen that quartz (SiO_2) phases occurred in the glassy matrix.
Developed glazes have the ability to emit phosphorescent light in the dark as a result of their stimulation by either daylight or ultraviolet light generally in 365–-520 nm wavelength range. Diffusion and intensity measurements of samples with 9, 12 and 15 wt. % purple/violet phosphorescent pigment content prepared with vetrosa and Colorobbia commercial low temperature frits were taken at 365–520 nm wavelength range (Figure 4).
Samples fired at 850 ^{o}C were examined for wavelengths between 400–455 nm for their diffusion and intensity measurements. It was observed that sample with 9 % purple phosphor pigment content peaked with highest intensity at ~ 432 nm. When the graphics are examined it can be seen that peak heights are very low. The highest intensity peak of the sample with 12 % purple phosphor pigment content is at ~ 440 nm, whereas that of the sample with 15 % purple phosphor pigment content is at ~ 445 nm. This shows that the luminescence intensity can be increased along with an increase in the amount of pigment.

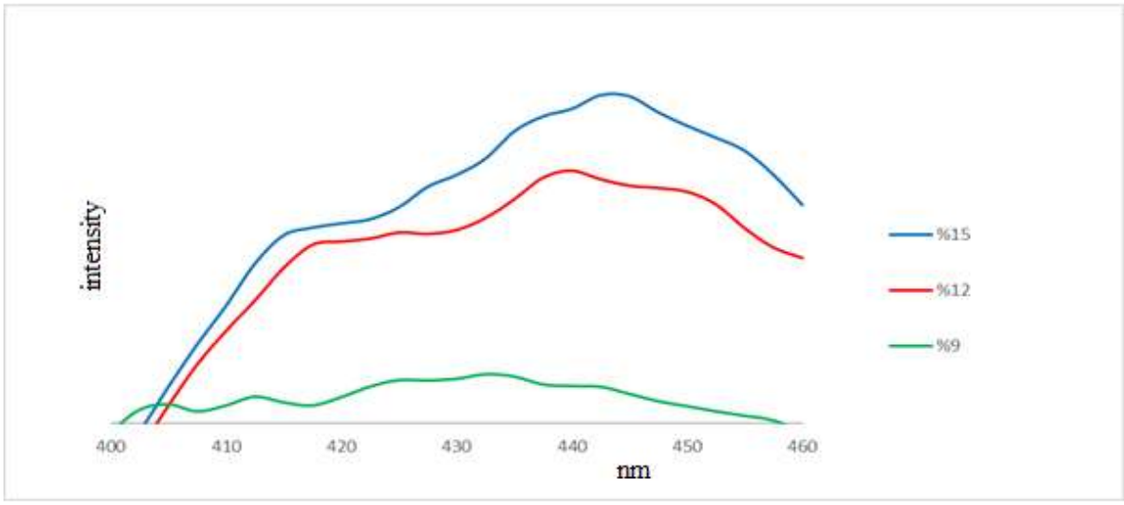


Figure 4. Diffusion and intensity values of glazed samples with 9, 12 and 15 wt. % violet phosphorescent pigment content prepared with (V) vetrosa and (C) colorobbia commercial low–temperature frits.

OVERALL CONCLUSIONS

In the study traditional tile glaze recipes were prepared by using violet/purple phosphorescent pigments with long luminescence life in the dark and glazes were sintered in a laboratory kiln. After glaze firing of samples prepared with the addition of 9, 12 and 15 % violet/purple pigments, providing the best performance in terms of high phosphorescent intensity, under industrial conditions, their luminescence values in the dark were determined. Dark environment luminescence is observed in all selected glaze recipes. While it is naturally hard to notice the luminescence with the naked eye or in bright environment, luminescence is clearly noticeable in the dark. The highest intensity peak of the sample with 12 % violet/purple phosphor pigment content is at ~ 440 nm, whereas the highest intensity peak of the sample with 15 % violet/purple phosphor content is at ~ 445 nm. This indicates that the luminescence intensity may increase with an increase in the amount of pigments.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank to Altın Çini ve Seramik A.Ş. for their support in terms of R&D and Fosfortek San. Tic. Ltd. Şti. for supplying necessary raw materials during the performance of this study .

REFERENCES

1. Bulut, S., “Optical Stimulated Luminescence”, Yıldız Technical University, Faculty of Science and Literature, Physics Department, İstanbul, 2009 (in Turkish).
2. Karasu, B., Yesilay, S., Karacaoğlu, E., Cakir, A., “White Light Emitting Phosphorescent Pigments”, Turkish Ceramic Federation Publication, Journal of Ceramic Turkiye Science, Technique and Industry, September–-December Issue, 112–121, 2015.
3. Karasu, B., Aksoy, T. ve Yastı, Yalçın, Ş., “The Development of Long Life Red Phosphorescent Pigments in Several Oxide–Based Systems, Anadolu University,

Publication and Research Promotion Project, 1306F209, Project's Report, 2014 (in Turkish).
4. Karasu, B., Aksoy, T., "Red Light Emitting Phosphorescent Pigments (I)", ESO Dergi, Eskişehir Commerce Chamber (ESO), Year 3, No: 6, 82–86, 2014 (in Turkish).
5. Karasu, B., Aksoy, T., "Red Light Emitting Phosphorescent Pigments (II)", ESO Dergi, Eskişehir Commerce Chamber (ESO), Year 3, No: 8, 94–97, 2014 (in Turkish).
6. Karasu, B., Aksoy T., Yastı Yalçın Ş., "Improving Usage Performances of the Red Phosphorescence Emitting Pigments Belonging Different Systems", VIII. International Terra Cotta Symposium, Eskişehir, Turkiye 141–152, 2014.
7. Yeşilay Kaya, S., Karasu, B., "Glass and Ceramics with Phosphorescent Ability", Ceramics Technical, 34, 94–99, 2012.
8. Yeşilay Kaya, S., Karasu, B., "Process Parameters Determination of Phosphorescent Pigment Added, Frit–Based Wall Tiles Vetrosa Decorations", Ceramics International, 38(4), 2757–2766, 2012.
9. Kaya, Yeşilay, S., Karasu, B., "Production of Bluish–Green and Yellowish–Green Phosphorescent Pigments and Their Usages in Wall Tile Vetroza Applications", Journal of Ceramic Turkiye, Turkish Ceramic Federation Publication, No: 35, January-March Issue, 128–134, 2011.

GELENEKSEL ÇİNİ KAROLARINDA FOSFORESANS ETKİLİ EFLATUN/MOR SIRLARIN GELİŞTİRİLMESİ

Eda TAŞÇI[1], Keriman PEKKAN[2], Murat ISPALARLI[1], Bekir KARASU[3]

[1]Dumlupınar Üniversitesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü, Kütahya
[2]Dumlupınar Üniversitesi, Seramik ve Cam Bölümü, Kütahya
[3]Anadolu Üniversitesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

Özet

Fosforesans etki ışıma olayının bir türüdür. Bir yalıtkanın uyarılma (genellikle UV–mor ötesi ışınlaması) işlemi sonlandıktan sonra bile oda sıcaklığında yayınımın yani ışımasının devam etmesi olayıdır. UV etki altında uyarılma ile meydana gelen ana kristal latisindeki hatalar (katkı boşluk) bant aralığında beraberinde ayrık tabakaları da oluşturur. Uyarılma işlemi sonrası elektronlar ya da boşluklar bu ayrık tabakalarda tuzaklanırlar. Tuzaklanan yük taşıyıcıları, tabakaların tekrar birleşmenin gerçekleşmesi için yeterli enerji var olmadığı sürece, yarı kararlı halde bulunurlar.

Fosfor ışıl (fosforesans) pigmentler belli dalga boyundaki ışığı emer ve ışık kaynağı kesildiğinde ortama yayarlar. Karanlık ortamda uzun ışıma ömürlü eflatun/mor fosforesans pigmentler cam, metal, seramik reçine, polimer plastik ve benzeri malzemelerin uygun yöntemlerle yüzey kaplamalarında değerlendirilirler. Bu çalışmada, geleneksel çini karolarda çeşitli miktarlarda eflatun/mor fosfor ışıl pigmentler kullanılmış ve sırlı ürünler laboratuvar fırınında sinterlenmiştir. Daha sonra, yüksek fosforesans yoğunluğu açısından en iyi performans sergileyen pigmentler seçilerek endüstriyel koşullarda sır pişirimleri gerçekleştirilmiştir. Sırlanmış çini karoların son yüzeyleri karanlık ortamda fotoğraflanmıştır. Pigmentlerin uyarılma ve yayınım spektrumu floresan spektrofotometre ile kaydedilmiştir. Sırların kristal fazları Cu Kα radyasyonu ile X–ışını kırınım analizi ile belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fosforesans etki, eflatun–mor pigment, çini karo, sır kullanım.

1. GİRİŞ

Fosforesans pigmentler; minerallerin değişik koşullar altında aktivatör adı verilen yabancı maddeler ile etkileşimi sonucu geliştirilmiş lüminesans özellikli ürünlerdir. Floresans ve fosforesans olayları lüminesans karakter taşır. Floresans özellik taşıyan cisimler üzerlerine gelen belli dalga boyundaki ışınları, başka dalga boyundaki ışın halinde yansıtırlar. Dalga boylarının değişmesi, ışınlar kesildikten sonra da sürerse, olaya fosforesans denilmektedir. Yani, ışık ile etkileşim sonrası ışık yayınımı kısa süreli ise floresans, uzun ise fosforesanstır. Triplet durumdaki elektronlar eski dönüş yönünü kazandıktan sonra normal yörünge düzenindeki diğer elektronların yanına dönebilirler [1].

Son yıllarda Karasu ve arkadaşları pek çok farklı sistemin yanı sıra $SrAl_2O_4$: Eu^{+2} ve $Sr_4Al_{14}O_{25}$: Eu^{+2} sistemlerinde belli dalga boyundaki (görünür aralık) ışığı emerek (soğurarak) karanlıkta yayan, uzun ışıldama süreli, fosfor ışıl özelliğe sahip sarımsı–yeşil ve mavimsi–yeşil pigmentleri üretmeyi başarmış, üretilen pigmentlerin duvar karosu sırı ve dekoratif cam sistemlerinde kullanımları ile ilgili sonuçları ortaya koymuşlardır [2–9].

Fosfor ışıldamalı pigmentler pek çok alanda uygulanmalarına rağmen henüz çini sırlarında etkin bir şekilde değerlendirilmemiştir. Böylesi bir çini sırının eldesindeki en önemli parametrelerden birisi; geliştirilecek ve daha sonra fosforesans pigment içerecek firitin

endüstriyel üretim koşulları ile uyum sağlayacak düzeye getirilebilmesidir. Pek çok sır türünde pişirim sonunda arzulanan bir yüzey görünümü ve dayanım isteniyorsa firit kullanımı şarttır [7]. Günümüz çini karo üretiminde, renkli dekorun etkisini ön plana çıkarmak amacıyla şeffaf firitlerden hazırlanan sırlar yaygın biçimde uygulanmaktadır. Dekor ve renk, sır yüzeyinin görünümünü etkileyen önemli parametrelerdir.

Fosfor ışıl pigmentlerin seramik sırlarında kullanılması hem endüstriyel hem de sanatsal anlamda önemli bir etki ve değer oluşturabilir. Eğer uygun koşullar sağlanırsa seramik yer ve duvar karolarında da değerlendirilmeleri olasıdır. Fosforesans pigmentlerin seramik sırlarına ilavesinde ki en büyük sorun pigmentin fosfor ışıl özelliğini kaybetmeden dayanabileceği sıcaklığın en fazla 900 ^{o}C olmasıdır. Bu araştırmada fosforesans etki gösteren pigmentlerin sır içinde etkin olabilmeleri için firitli çini sırları ile pişirim sıcaklığı düşük ürünler üzerinde çalışmalar yapılmıştır.

Ana amaç; karanlıkta fosfor ışıldaması sergileyen, kalıcı, eflatun/mor renkli fosforesans pigmentlerin, ticari olarak mevcut, düşük ergime sıcaklıklı firitler içerisine katılarak sır içindeki davranışlarının belirlenmesi, pigmentlerin firit bileşimi ile etkileşimi ve sırlı çini karoların nihai yüzey özelliklerine etkisinin incelenmesidir.

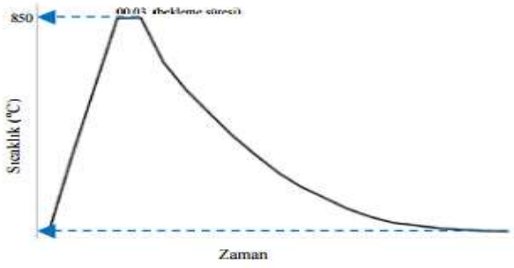
2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Fosfortek San. Tic. Ltd. Şti.'den temin edilen, belirli dalga boyundaki (görünür aralık) ışığı soğurarak karanlıkta yayınım yapan, fosfor ışıl mor/eflatun pigmentler ile Colorobbia San. Kim. A.Ş.'den sağlanan vetroza (V) ve colorobbia (C) kodlu ticari düşük sıcaklık firitleri kullanılmıştır. % 9, 12 ve 15 oranlarında ayrı ayrı pigmentler ile ışıldama yoğunluğu ve etkisi incelenmiştir. Söz konusu firitlere kaolen, karboksil metil selüloz (CMC) ve sodyum tripolifosfat (STPP) ilavesi sonrası 20 gramlık karışımlar (Çizelge 1) 15 dakika yaş öğütmeye tabi tutulmuştur. Reçeteler, ticari vetroza ile C firitlerinin uygun oranlarda karıştırılmaları sonucu elde edilmiştir.

Çizelge 1. Değirmene yüklenen sır bileşeni oranları

Malzeme/ Hammadde	Ağırlıkça %
Firit (Frit)	95
Kaolen (Kaolin)	5
Su (Water)	15 gr
Karboksilmetilselüloz (Carboxylmethilcelilose) (CMC)	0,15 gr
Sodyum tripoli fosfat (Sodium tripolyphosphate) (STPP)	0,25 gr

Öğütme neticesinde $CaAl_2O_4$ sistemine ait mor/eflatun fosfor ışıl pigmentleri karışıma ağırlıkça % 9, 12 ve 15 oranlarında ayrı ayrı ilave edilmiş ve karışım 3 dakika daha öğünmeye tabi tutulmuştur. Hazırlanan sırlar Altın Çini ve Seramik A.Ş.'nin astarlı çini bünyeleri üzerine rakle ile uygulanmıştır. Sırlı çini bünyeler laboratuvar ortamında Protherm marka HLF60 model fırında 850 ^{o}C'de pişirilmiştir (Şekil 1). Sırların mineralojik analizi X–ışını kırınım Empyrean Pan Alytical XRD cihazıyla, sırların dalga boyu analizleri Perkin Elmer LS55 fosforesans spektrofotometre cihazı ile yapılmıştır. Sırların karanlık ortamda fotoğrafları Nikon coolpix P510 marka fotoğraf makinesi ile alınmıştır.

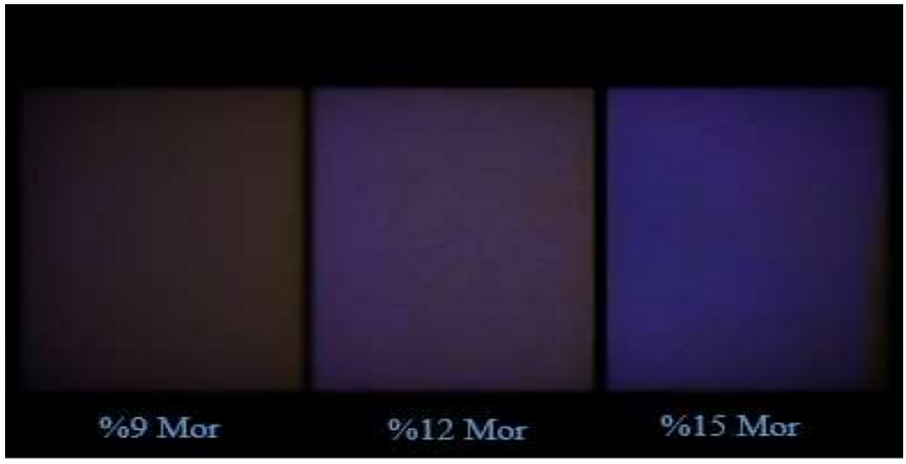


Görsel 1. Pigmentli çini sırının laboratuvar ortamındaki pişirim rejimi.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Pişirim sonrasında numunelerin yüzeyleri karanlık ortamda ve normal şartlarda incelenerek pişirim sonrası ve pişirim öncesi ışıldama farklılıkları gözlemlenmiştir. Numunelerin bazılarında sır–bünye uyumsuzluklarından kaynaklanan yüzeysel hatalar (toplanma, kavlama ve çatlama gibi) meydana gelmiştir. Bünye ile sır arasındaki ısısal genleşme farkları böylesi kusurlara yol açabilmektedir. Sırın genleşme katsayısı bünyeninkinden çok fazlaysa, soğuma sırasında ortaya çıkan gerilme sırın elastik modülünden yüksek olur ve çatlama meydana gelir. Bünyenin genleşme katsayısının daha büyük olduğu durumlarda ise soğuma esnasında karo üzerinde kavlama problemi ile karşılaşılır.

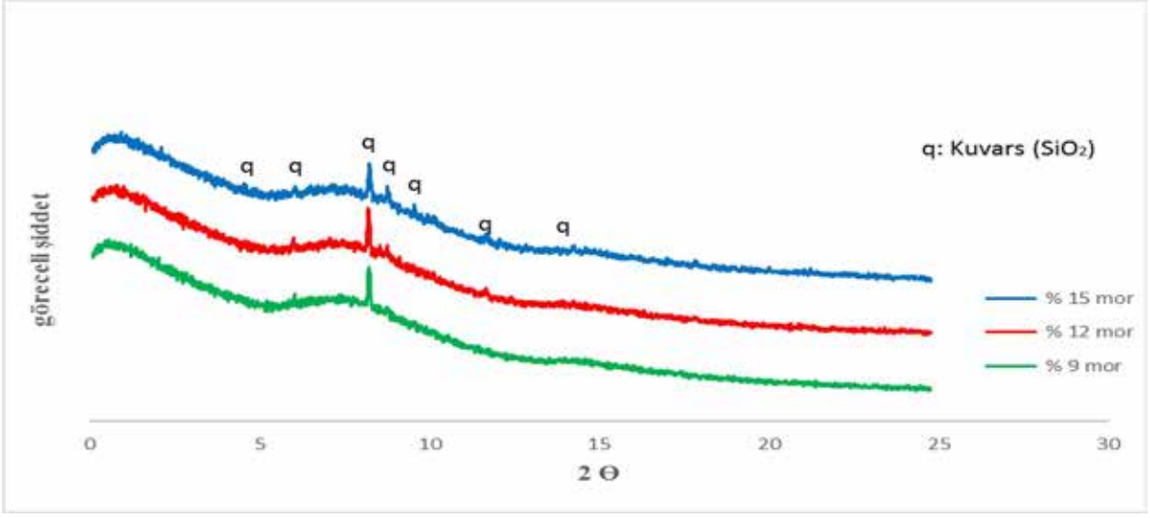
% 9, 12 ve 15 oranında eflatun/mor pigment ilavesiyle hazırlanan numunelerin karanlık ortam görüntüleri Şekil 2'de sunulmuştur. Pigment oranı arttıkça eflatun/mor renk ışımasının arttığı ve rengin daha belirgin bir hal aldığı gözlemlenmektedir. Daha fazla pigment kullanımıyla daha yoğun bir ışıldama elde edilebilir. Çıplak gözle veya aydınlık ortamda doğal olarak ışıldamayı fark edebilmek zor iken karanlık ortamda ışıldamalar net biçimde fark edilebilir düzeydedir.



Görsel 2. % 9, 12 ve 15 oranlarında mor/fosfor ışıl pigment ile hazırlanan sırlı karoların karanlık ortam görüntüleri.

% 9 eflatun/mor fosfor ışıl pigmentli numuneler incelendiğinde ışıldama oranının az ve ışıldama süresinin kısa olduğu belirlenmiştir. Işıldama, yüzeyde belirli noktalarda görülmektedir. % 12 eflatun/mor pigmentli numunelerin ışıldamaları % 9 pigmentlilere göre daha bir belirgindir.

Pigment yoğunluğu arttırıldığında sonuçların nasıl değişeceğini gözlemlemek adına % 15 eflatun/mor pigmentli numuneler denenmiş ve ışıldamanın yoğunlaşıp mor rengin daha baskın hal aldığı gözlemlenmiştir.

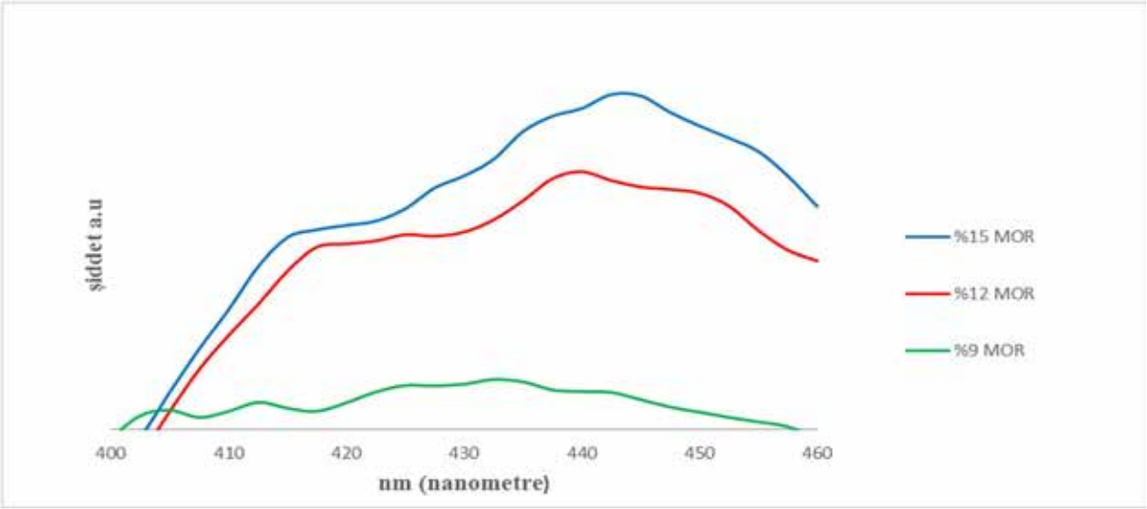


Görsel 3. (V) vetroza ve (C) colorobbia kodlu ticari düşük sıcaklık firitleri ile hazırlanan % 9, 12 ve 15 eflatun/mor pigment içerikli sırlı numunelerin XRD desenleri.

(V) ve (C) kodlu firitler ile hazırlanan % 9, 12 ve 15 oranlarındaki mor/eflatun fosforesans pigmentli sırların XRD desenleri Şekil 3'de verilmiştir. Genel olarak camsı matris (konak) içinde kuvars (SiO_2) fazlarının oluştuğu görülmektedir.

Geliştirilen sırlar gün ışığında ya da genellikle 365–520 nanometre dalga boyu aralığında mor ötesi ışık altında tutulmaları sonucu karanlıkta fosforesans ışık yayabilme özelliği sergilemektedirler. Vetroza ve Colorobbia ticari düşük–sıcaklık firitleriyle hazırlanan % 9, 12 ve 15 oranlarında eflatun/mor fosfor pigment katkılı numunelerin 365–520 nanometre dalga boyu aralığında yayınım ve şiddet ölçümleri alınmıştır (Şekil 4).

850 ^{o}C'de pişirilen numuneler yayınım ve şiddet ölçümleri için 400–455 nm arasındaki dalga boyları için incelenmiştir. % 9 mor fosfor pigment katkılı numunenin ~ 432 nm'de en yüksek şiddette pik verdiği gözlemlenmiştir. Grafikler incelendiğinde pik yüksekliklerinin çok düşük olduğu görülebilir. % 12 mor fosfor pigment içerikli numunenin en yüksek şiddetli piki ~ 440 nm'de, % 15 mor fosfor ilaveli numunenin ise ~ 445 nm'dedir. Bu durum pigment miktarındaki artışla ışıldama yoğunluğunun da artırabileceğini göstermektedir.



Görsel 4. (V) vetroza ve (C) colorobbia kodlu ticari düşük–sıcaklık firitleri ile hazırlanan % 9, 12 ve 15 mor/eflatun pigment içeren sırlı numunelerin yayınım ve şiddet değerleri.

GENEL SONUÇLAR

Hazırlanan çalışmada karanlık ortamda uzun ışıma ömürlü eflatun/mor fosforesans pigmentler kullanılarak geleneksel çini karo sır reçeteleri hazırlanmış ve sırlar laboratuvar fırınında sinterlenmiştir. Yüksek fosforesans yoğunluğu açısından en iyi performans sergileyen % 9, 12 ve 15 oranında eflatun/mor pigment ilavesiyle hazırlanan numuneler endüstriyel koşullarda da sır pişirimleri gerçekleştirildikten sonra karanlık ortamdaki ışıldama değerleri belirlenmiştir. Seçilen sır reçetelerinin tümünde karanlık ortam ışıldaması görülmektedir. Çıplak gözle veya aydınlık ortamda doğal olarak ışıldamayı fark edebilmek zor iken karanlık ortamda ışıldamalar net biçimde fark edilebilir düzeydedir. % 12 eflatun/mor fosfor pigment içerikli numunenin en yüksek şiddetli piki ~ 440 nm'de, % 15 eflatun/mor fosfor ilaveli numunenin ise ~ 445 nm'dedir. Bu durum pigment miktarındaki artışla ışıldama yoğunluğunun da artırabileceğini göstermektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde Ar–Ge açısından sağlamış olduğu desteklerinden dolayı Altın Çini ve Seramik A.Ş.'ne, gerekli hammadde temini için de Fosfortek San. Tic. Ltd. Şti.'ne ve Dumlupınar Üniversitesi İleri Teknolojiler Merkezi (İLTEM) çalışanlarına teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

1. Bulut, S., "Optical Stimulated Luminescence", Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Lisans Bölümü, İstanbul, 2009.
2. Karasu, B., Yeşilay, S., Karacaoğlu, E., Çakır, A., "Beyaz Fosforesans Işıldama Sergileyen Pigmentler", Seramik Türkiye Bilim Teknik ve Endüstri Dergisi, Seramik Federasyonu, Eylül–Aralık Sayısı, 112–121, 2015.

3. Karasu, B., Aksoy, T. ve Yastı, Yalçın, Ş., "Çeşitli Oksit Esaslı Sistemlerde Kırmızı Fosfor Işıllığa Sahip Uzun Işıldama Süreli İnorganik Pigmentlerin Geliştirilmesi", Anadolu Üniversitesi, Yayın ve Araştırma Teşvik Projesi, Proje Son Raporu, 1306F209, 2014.
4. Karasu, B., Aksoy, T., "Kırmızı Fosforesans Işıldama Sergileyen Pigmentler (I)", ESO Dergi, Eskişehir Sanayi Odası (ESO), Yıl 3, Sayı 6, 82–86, 2014.
5. Karasu, B., Aksoy, T., "Kırmızı Fosforesans Işıldama Sergileyen Pigmentler (II)", ESO Dergi, Eskişehir Sanayi Odası (ESO), Yıl 3, Sayı 8, 94–97, 2014.
6. Karasu, B., Aksoy, T., Yastı, Yalçın, Ş., "Kırmızı Fosfor Işıldaması Sergileyen Farklı Sistem Pigmentlerinin Kullanım Performanslarının Arttırılması", VIII. Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu, 141–152, 2014.
7. Yeşilay Kaya, S., Karasu, B., "Glass and Ceramics with Phosphorescent Ability", Ceramics Technical, 34, 94–99, 2012.
8. Yeşilay Kaya, S., Karasu, B., "Process Parameters Determination of Phosphorescent Pigment Added, Frit–Based Wall Tiles Vetrosa Decorations", Ceramics International, 38(4), 2757–2766, 2012.
9. Yeşilay, Kaya, S., Karasu, B., "Mavimsi–Yeşil ve Sarımsı–Yeşil Fosforesans Pigmentlerin Üretimi, Duvar Karosu Vetroza Uygulamalarında Kullanımı", Seramik Türkiye Dergisi, Seramik Federasyonu, 35, Ocak–Mart Sayısı, 128–134, 2011.

THE APPLICATION OF SYMBOLS AND STAMP SEALS USED IN HITTITE ART: AN AESTHETIC FACTOR IN VISUAL ARTS

Assoc. Prof. Nurettin GULACTI [1], **Meryem ICENLI** [2]

[1] Dumlupınar University, Fine Arts Faculty, Ceramics and Glass Department, Kutahya/TURKEY

[2] Dumlupınar University, Institute of Social Sciences, Integrated Arts Department, Kutahya/TURKEY

Abstract

Starting with the ancient Anatolian Stone Age (600.000-10.000 BC), Anatolia became the homeland of many civilizations. The Hittites State existed for over 450 years between 1650 and 1200 BC. Hittites left behind important works of art as a representative of a grand civilization. In Hittite art, statues and sculptures have grand meaning and importance. Sculptures mostly depicted gods and goddesses as well as lions. These statues are made of materials such as baked clay, gold, silver, bronze, ivory and quartz. When considering Hittite civilization, the first work of art that comes to mind is the symbol of 'Hittite Sun'. This symbol is a grave cult found on the king grave monuments. The Hittite Sun was carried as a banner and a flag in religious ceremonies. Hittite stamp seals had a great importance for the trade and were used as signatures on official documents. In archeological excavations, there different stamp seals are found and extracted.

Today, Hittite symbols and stamp seals are often reflected on visual art forms as an aesthetic item in creative designs. The goal of this study is to examine the effect of Hittite Art in interdisciplinary art forms and to identify the differences in various arts and share the use of Hittite symbols in 3 dimensional wall panels by creating some examples. The main domain of this research study is symbols and stamp seals in Hittite art and is limited to visual arts.

Key Words: Hittite Art, Hittite Sun, Stamp Seal, Visual Arts, Ceramics

1. INTRODUCTION

Hittite State, as a representative of a great civilization, transformed from being a small city state in which different languages were spoken and people from different races lived into a centralized state over the course of time. The fact that Hittites viewed art as an important political power and the statutes as a holy symbol and gave high priority to art enabled them to create and make uniquely beautiful ceramics and sculptures. The most creative period of Hittite Art was experienced in the King Tudhaliya IV period. Among the sculptures created, gods and goddesses along with lions were most often depicted. These statues are made of materials such as baked clay, gold, silver, bronze, ivory and quartz. When considering Hittite civilization, the first work of art to comes to mind is the symbol of 'Hittite Sun' which is also found on the grave monuments of the kings. This symbol is used as a flag in religious ceremonies. These works designed with disks with the bull and the deer provide information about social and religious beliefs and the public's life at that time. Eventually, animals such as bulls and deer would be considered holy animals of Hittite gods. "These works made of very advanced and complex casts, forged and wrought metal techniques are witnesses of the advanced technology achieved by the Anatolian public in the second half of the 3rd millenia" (Sevin, 2004:133,134).

Hittite stamp seals were used as signatures and had a great importance in trade. In stamp seals belonging to Hittite kings, the Hittite Sun symbol, which has a winged sun coming from double-headed eagle, is always above the names written and represents the power of the state. The meaning of this symbol is that it is considered as the Sun God of the Hittite Kings. "... The inscription of the names of Hittite Kings in hieroglyphics forms a beautiful composition by the placement of great king and queen hieroglyphs on both sides" (Alp, 2003: 33).

The hieroglyphs used in Hittite Art aesthetically enrich today's art forms. As a result, it has been observed that modern artists are inspired by the motifs and inscriptions in Hittite art.

2. HITTITE SUN

The Hatties were a nation of small kingdoms and city states that lived in Anatolia. The grave relics known as the Hittite Sun Lectern first emerged in the Hatties civilization. "… These beyliks known as city-states started to be taken over by the Hittites after 2200 BC. In addition, Hatties made up most of the population (Akurgal, 2014: 17). For this reason, Hatties and Hittites were in collaboration with each other and impacted each other's culture and economy. This interaction between Hatties and Hittites shows itself in Hittite art and appears in all different parts of their life.

The Hitite Sun Lectern provides information about the religious beliefs and social structure of the public. The bulls and the deer in the Hitite Sun are seen as holy animals of the Hitite gods. These works of arts, that are made by using an advanced and complex forging and casting technique and presented as the cult of king graves, are placed on the top of a pole similar to a flag or banner and used by priests in religious ceremonies.

Figure 1. Hittite Sun Lectern Examples

Source: https://www.google.com.tr/

3. STAMP SEALS IN HITTITES

Hittite stamp seals were featured as official signatures and were used for all important documents. Quite a number of different stamp seals were discovered in archeological excavations in Hattusha dwellings.

"... Double-headed eagle is often seen in Hittite Age stamp seals. Among these seals, I need to point out the Arma-pia seal. This work, which I recreated using the pieces found in Bogazkoy, is one of the masterpieces of Hittite stamp seals, which have a double-headed eagle just like other Bogazkoy seals" (Alp, 2003: 31). The winged sun symbol, which comes from the double-headed eagle, represents the power of the state and is always above the names of the Hittite Kings who are considered to be Sun Gods in important state documents.

"In the excavations made by the French in Ras Shamra known as Ugarit and located in Syria, a seal carrying the name of Mursili II and made of steatite was discovered. This is the only seal left from grand Hittite Kingdom to this day. However, this is also considered a fake seal made up in that age because of the possibility of the loss of this grand king seal outside Hattusha and Anatolia is seen as quiet suspicious. Indeed, in the text belonging to Ugarit King Nikmepa, it is expressed that "three people copied the grand kingdom seal and made a fake one to create forged documents" (Akurgal, 2014: 86).

Figure 2. a) Masathoyuk, Middle Hittite Age's Hieroglyphics Stamp Seal Prints

b) Hattusha, King II. Mursili's (1345-1315 BC) Stamp Seal Prints.

Source: a) Alp , 2000: 87 b) Akurgal,2014:87

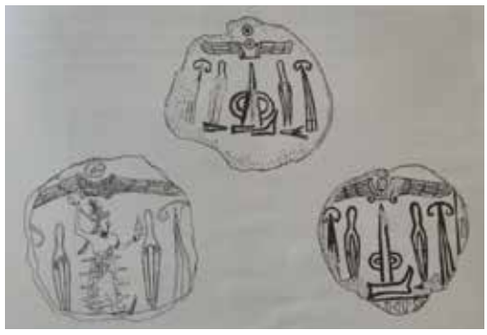


Figure 3. Bogazkoy, Hittite King IV. Tudhaliya Stamp Seal Prints.

Source: Alp , 2003: 33

Figure 4. a) Bogazkoy, Arma-pia's Hittite Stamp Seal Print

b) Bogazkoy, Hittite King Suppiluliuma's Stamp Seal Print

Source : a) Alp , 2003: 31 b) Alp , 2003: 32

Figure 5. a) Hittite King Muwatalli's Stamp Seal Print

b) Hittite King Hattusha's Stamp Seal Print

Source : a) Alp , 2003: 32 b) Alp , 2003: 32

Figure 6. a) King Hattusha III and Queen Puduhepa's Common Stamp Seal Prints

b) King Muwatalli and Queen Danuhepa's Common Stamp Seal Prints

Source : a) Alp , 2003: 58 b) Alp , 2003: 58

Figure 7. a) King Murşili/Urhitesup III and Queen Danuhepa's Common Stamp Seal Prints

b) King Murşili II and Queen Gassulai's Common Stamp Seal Prints

Source : a) Alp , 2003: 59 b) Alp , 2003: 59

4. THE REFLECTIONS OF HITTITE ART TO MODERN ART

The Hittites are a civilization that lived in Anatolia and had an exclusive style of art. They had an interaction with Hatties in art and literature and took their art and culture to an advanced level. They created various unique art works. These works of art continue to become an inspiration today.

When we look at Modern Visual Arts, we often see inspirations in all corners of art forms such as sculpture, ceramics, jewelry, glass and textile.

Figure 8. Ankara, Sıhhiye, Hittite Sun Monument

Source : images.beyazgazete.com/

We see the effects of Hittite art on jewelry designs in the modern age. We see that the Hittite Sun Lectern, stamp seals and hieroglyphs inscriptions bring variety to jewelry art.

Figure 9. Hittite Sun, Stamp Seals, and Hieroglyphic Examples Used in Jewelry

Source : arkeolojidukkani.com

One area in which Hittite art symbols are applied is textile printing. Hittite artistic motifs and symbols are often used on textile products such as hand-crafted and printed table cloths, pillow cases and scarfs in order to create visually aesthetic artwork.

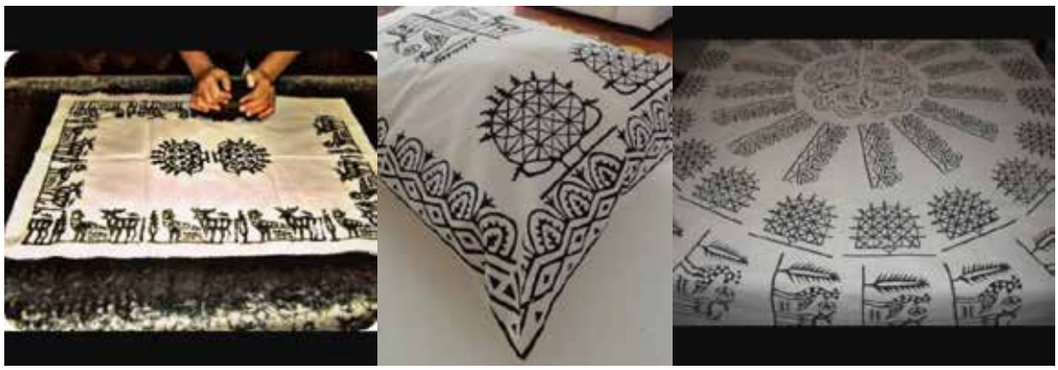


Figure 10. a) Kastamonu, Hittite Sun Lectern, Stone Print Example

b) Tokat, Pillow with Hittite Sun Lectern, Stone Print Example

c) Kastamonu, Table Cloth with Hittite Sun Lectern, Stone Print Example

Source : a) duygu-uzun.blogspot.com b) 1.bp.blogspot.com/ c) www.guncelsayfam.com/

The reflections of Hittite art are seen on the wall panes as well.

Figure 11. Icenli, Hittite Symbols and Stamp Seals on a Wall Panel, 2016.

Photo: Meryem ICENLI, 2016

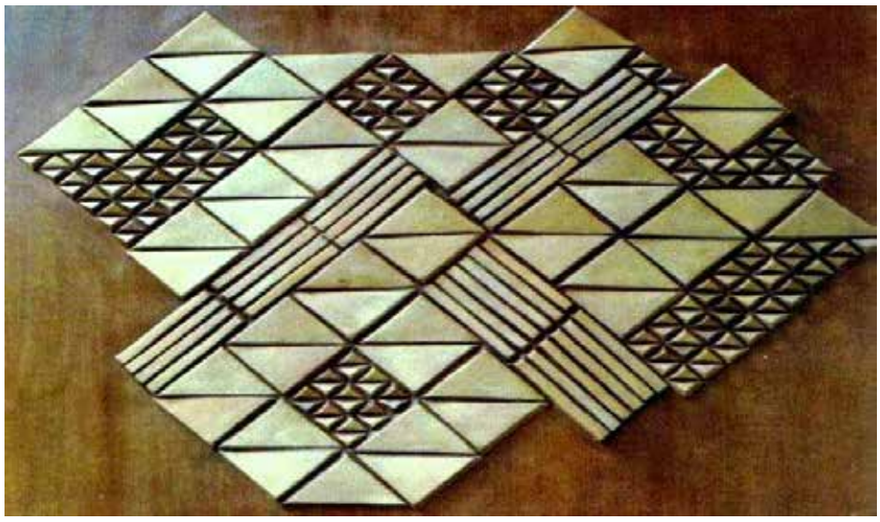


Figure 12. Buket Gürel, "Modular Wall Panel" inspiration; Hittite Sun Course, 1983

Source : https://m.facebook.com

When we look at today's ceramic art, the Hittite Sun Lectern, stamp seals, and hieroglyphic inscriptions provide aesthetic items for artists to use in their work. The artists make use of Hittite motifs to ensure richness in the use of artistic methods such as decor in ceramics, carvings, sgraffito (scraping) and relievo (embossment) of the artworks of artists.

Figure 13. a) Gulacti, Hittite Hieroglyphic Inscriptions on Ceramics Designs.

b) Gulacti, Hittite Hieroglyphic Inscriptions on Ceramics Designs.

c) Gulacti, The Vase Named as Anatolia, Decorative Use of Hittite Sun Lectern, 2013.

Photo: a) Nurettin GULACTI, b) Nurettin GULACTI, c) Meryem ICENLI, 2017

Figure 14. Icenli, Hittite Symbols and Stamps on Ceramics Works, 2016.

Photo: Meryem ICENLI, 2016

Figure 15. Onur Öztürk, Hittite working examples
Source : https://m.facebook.com

Figure 16. Buket Gürel, Hittite working examples, 1984
Source : https://m.facebook.com

5. CONCLUSION

In Anatolia, Hittites continued to exist for a long period of time as a grand civilization where people from different ethnicities lived and people from various linguistic backgrounds spoke. The fact that they considered sculptures as holy symbols enabled them to highly value art and create uniquely beautiful artistic works. These artworks show that Hittites carried the culture of art that they took from the Hatties into a more advanced form. They viewed animals such as bull, deer, and lions as their holy animals and often used them in their artwork.

Today, in all of different art forms, sun lectern symbols, stamp seals, and hieroglyphic inscriptions of Hittite art reflect onto modern artwork as an aesthetic factor.

REFERENCES

[1] SEVIN, V.," *Anatolian Archeology"* , Istanbul, Der Publications, 2004

[2] ALP, S., "*Hittite Age Anatolia"*, Ankara, TUBITAK, 2000

[3] ALP, S., "*Hittite Sun"*, Ankara, TUBITAK, 2003

[4] AKURGAL, E.,*''Anatolian Cultural History"*, Ankara, Phoenix Publication House, 2014

[5]3.bp.blogspot.com/KHCimLGGABA/T9TrPHIFG61/AAAAAAAAAEY/E4r5cFFrJRo/s1600/P1010141-001.JPG

(Accessed on: 12,07,2017)

[6] .com/haber/2017/6/5/20170605_hitit-gunes-kursu-ile-ilgili-tartismalar.jpg.

(Accessed on: 11,07,2017)

[7]st2.myideasoft.com/ideal/bg/31/myassets/products/818/arkeoloji-dukkani0171.png?revision=1476540036

(Accessed on: 12,07,2017)

[8]1.bp.blogspot.com/kSTxkFGn9nl/UFHpIN1tBgl/AAAAAAAAACw/c205IMUf5k8/s1600/DSCO1532.JPG

(Accessed on: 11,07,2017)

[9] www.guncelsayfam.com/wp-contect/uploads/2013/02/TAS-BASKI-SOFRA-ORTUSU-KASTAMONUjpg

(Accessed on: 11, 07, 2017)

[10] https://m.facebook.com/profile.php?id=1138527115

(Accessed on: 17,08,2017)

[11] https://m.facebook.com/buket.gurel.900

(Accessed on: 17,08,2017)

BİLDİRİ

HİTİT SANATINDA KULLANILAN SEMBOL VE MÜHÜRLERİN GÖRSEL SANATLAR ALANINDA ESTETİK BİR UNSUR OLARAK KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

Doç. Dr. Nurettin GÜLAÇTI [1], Yük. Lis. Öğr. Meryem İÇENLİ [2]

[1]Dumlupınar Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik Bölümü,

Kütahya/ TÜRKİYE

[2]Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Birleşik Sanatlar ,

Kütahya/ TÜRKİYE

ÖZET

Anadolu Eski Taş Çağı'ndan (M.Ö. 600.000-10.000) itibaren birçok uygarlığın yurdu olmuştur. Hitit Devleti Anadolu'daki büyük bir uygarlığın temsilcisi olarak M.Ö. 1650-1200 yılları arasında 450 yıllık bir zaman diliminde varlıklarını sürdürmüşlerdi. Hititler el sanatlarında önemli sanat eserleri meydana getirmişlerdir. Hitit sanatında heykellerin büyük anlam ve önemi vardır. Heykellerinde çoğunlukla tanrı ve tanrıça heykellerinin yanı sıra aslan heykellerine de yer vermişlerdi. Bu heykeller pişmiş toprak, altın, gümüş, bronz, fildişi ve dağ kristalleri (kuvars) gibi malzemelerden yapılmıştır . Hitit Uygarlığı denildiğinde akla ilk gelen 'Hitit Güneşi' sembolüdür. Bu sembol kral mezarlarında bulunan mezar kültüdür. Hitit Güneşi dinsel törenlerde 'alem' ve 'sancak' olarak taşınmaktaydı. Hitit mühürleri ticaret için büyük önem taşımakta ve imza amacı ile kullanılmıştır. Yapılan arkeoloji kazılarda oldukça farklı ve çeşitli mühürler ortaya çıkarılmıştır.

Günümüzde yapılan Görsel Sanatlar dallarında Hitit sembol ve mühürlerinin estetik bir unsur halinde tasarımlara yansıtıldığı sıklıkla görülmektedir. Bu araştırmanın amacı Hitit sanatının disiplinler arası sanat dallarında etkileşimlerinin incelenmesi ve sanat dalları arasındaki kullanım farklılıklarının tespit edilerek seramik sanatında üç boyutlu ve duvar panosu uygulama örneklerinin yapılarak paylaşımıdır. Araştırmanın evreni Hitit Sanatında kullanılan sembol ve mühürler olarak ele alınmış ve araştırmaya Görsel Sanatlar Alanı olarak sınırlılık getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hitit Sanatı, Hitit Güneşi, Mühür, Görsel Sanatlar,Seramik

1. GİRİŞ

Hitit Devleti Anadolu'da büyük bir uygarlığın temsilcisi olarak farklı ırktan insanların yaşadığı, farklı dillerin konuşulduğu, küçük bir beylikten zamanla merkezi bir devlet haline gelmiştir. Hititlerin sanatı önemli politik bir güç olarak ve heykelleri kutsal simge olarak görmeleri , sanata büyük önem vermelerini , bunun sonucunda ortaya eşsiz güzellikte seramik ve heykel eserler çıkarmalarını sağlamıştır. Hitit sanatı en parlak dönemini hükümdar IV.Tudhaliya zamanında geçirmiştir. Heykellerinde çoğunlukla tanrı ve tanrıça heykellerinin yanı sıra aslan heykellerine de yer vermişlerdi. Bu heykeller pişmiş toprak, altın, gümüş, bronz, fildişi ve dağ kristalleri (kuvars) gibi malzemelerden yapılmıştır . Hitit Uygarlığı denildiğinde akıllara ilk gelen, kral mezarlarında bulunan ve mezar kültü olan 'Hitit Güneşi' sembolüdür. Bu sembol dinsel törenlerde 'alem' ve 'sancak' olarak kullanılmaktaydı . "...Boğalı ve geyikli disklerin oluşturduğu bu eserler halkın sosyal ve dinsel inanışları konusunda bilgiler sağlar. Nitekim boğa ve geyik gibi hayvanlar sonraları önemli Hitit tanrılarının kutsal hayvanları olarak görülecektir. Son derece karmaşık ve gelişkin dövme, dökme teknikleriyle üretilmiş bu eserler Anadolu halkının III. bin yılın ikinci yarısı içinde ulaştığı yüksek teknolojinin en canlı tanıklarıdırlar " (Sevin, 2004:133,134).

Hitit mühürleri imza amacı ile kullanılmakta ve ticaret için büyük önem taşımaktaydı. Hitit krallarına ait mühürlerde devletin gücünü simgeleyen çift başlı kartaldan gelen kanatlı güneş sembolü her zaman ad yazılışlarının üzerinde yer almaktadır. Bu sembolün kullanım amacı, Hitit krallarının Güneş Tanrısı gibi düşünülmüş olmasıdır. "... Hitit Kralı'nın adının hiyerogliflerle yazılışı, iki yanına konan büyük kral ya da büyük kraliçe hiyerogliferiyle süslenmiş ve güzel bir kompozisyon oluşturmuştur " (Alp, 2003: 33).

Hitit sanatında kullanılan hiyeroglifler günümüz sanatında bir estetik unsur olarak kullanım zenginliği oluşturmaktadır. Bu doğrultuda Hitit sanatında kullanılan motif ve yazılardan günümüz sanatçılarının esinlendikleri görülmektedir.

2. HİTİT GÜNEŞİ

Hattiler Anadolu'da küçük krallıklar, beylikler halinde yaşamış olan bir halktır. Hitit Güneş Kursu olarak bildiğimiz mezar kültleri ilk olarak Hattiler'de ortaya çıkmıştır. " Bir çeşit kent-devlet olan bu beylikler M.Ö. 2200' den sonra teker teker Hititlerin eline geçmeye başladılar. Bununla beraber Hattiler, Hitit Dönemi'nde de nüfusun büyük çoğunluğunu oluşturuyorlardı (Akurgal, 2014: 17). Bundan dolayı Hatti ve Hititler birbirleri ile etkileşim içine girmişlerdir. Bu etkileşim Hitit yapısının her köşesinde kendini belli ettiği gibi sanatında da etkilendiklerini ortaya koymaktadır.

Hitit Güneş Kursu halkın dinsel inanışları ve sosyal yapısı konusunda bilgi sağlar. Hitit Güneşinde bulunan boğa ve geyikler Hitit tanrılarının kutsal hayvanları olarak görülmektedir. Rahipler tarafından dinsel törenler sırasında bir sopanın tepesine takılarak geçit alayının önünde alem ve sancak amaçlı kullanılan ve kral mezarlarına mezar kültü olarak sunulan bu sanat eseleri son derece gelişmiş ve karmaşık dövme , dökme tekniği ile üretilmiştir.

Görsel 1. Hitit Güneş Kursu Örnekler

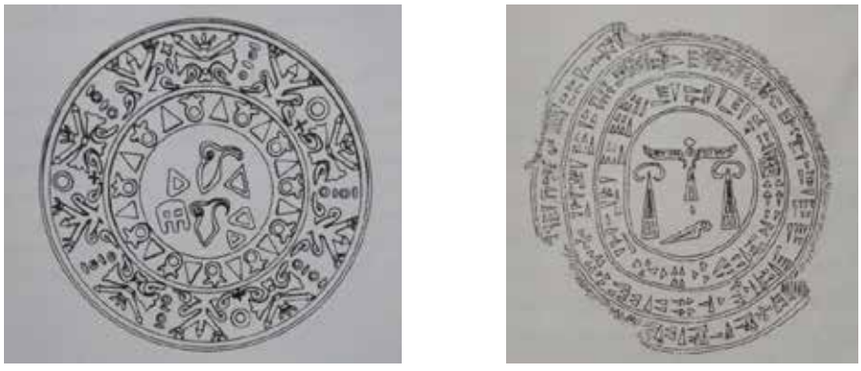
Kaynak : https://www.google.com.tr/

3. HİTİTLERDE MÜHÜR

Hitit mühürleri imza niteliği taşıyıp, önemli tüm belgelerde kullanılmıştır. Oldukça farklı ve çeşitli mühürler, yapılan arkeoloji kazılarında ortaya çıkarılmıştır.

"...çift başlı kartala Hitit Çağı mühürlerinde de sık sık rastlanmaktadır. Bu mühürler arasında Boğazköy'de bulunan Arma-pia mührünü anmalıyım. Boğazköy'de bulunan bulla parçalarından ve öteki Boğazköy mühürlerinden yararlanarak tamamladığım, Arma-pia'ya ait olan ve Hitit mühür sanatının başyapıtlarından biri olan bu eserde, diğer Boğazköy mühürlerinde de olduğu gibi çift başlı kartal görülmektedir" (Alp, 2003: 31). Devletin gücünü simgeleyen çift başlı kartaldan gelen kanatlı güneş sembolü Güneş tanrısı olarak düşünülen Hitit krallarına ait mühürlerde her zaman ad yazılışlarının üzerinde yer almaktadır.

" Fransızların Ras Şamra'da (Ugarit) yaptıkları kazılarda II.Murşili'nin, adını taşıyan steatitten bir mührü bulunmuştur. Bu Büyük Hitit Krallığı'nda günümüze gelmiş tek kral mührüdür. Ancak bunun da o günlerde yapılmış bir sahte mühür olduğu düşünülmektedir. Çünkü bir Büyük Kral mührünün, Hattuşa ya da Anadolu dışında kaybedilme olasılığı biraz şüpheli görülmektedir. Nitekim Ugarit Kralı Nikmepa'ya ait bir metinde üç adamın "Büyük kraliyet mührünü taklit ederek sahte belgeler yaptıkları" zikredilmektedir (Akurgal, 2014: 86)



Görsel 2. a) Maşathöyük, Orta Hitit Çağı'na ait bir hiyeroglif mührü

b) Hattuşa, Kral II. Murşili' ye (M.Ö. 1345-1315) ait mühür baskısı.

Kaynak :a) Alp , 2000: 87 b) Akurgal,2014:87

Görsel 3. Boğazköy, Hitit Kralı IV. Tudhaliya mühür baskıları.

Kaynak : Alp , 2003: 33

Görsel 4. a) Boğazköy, Arma-pia' ya ait Hitit mührü

b) Boğazköy, Hitit Kralı Şuppiluliuma' ya ait mühür baskısı.

Kaynak : a) Alp , 2003: 31 b) Alp , 2003: 32

Görsel 5. a) Hitit Kralı Muvatalli' ye ait mühür baskısı.

b) Hitit Kralı Hattuşili' ye ait mühür baskısı.

Kaynak : a) Alp , 2003: 32 b) Alp , 2003: 32

Görsel 6. a) Kral III. Hattuşili ile Kraliçe Puduhepa'nın ortak mühür baskıları.

b) Kral Muvatalli ile Kraliçe Danuhepa'nın ortak mühür baskıları.

Kaynak : a) Alp , 2003: 58 b) Alp , 2003: 58

Görsel 7.a) Kral III. Murşili/Urhitesup ile Kraliçe Danuhepa'nın ortak mühür baskıları.

b) Kral II. Murşili ile Kraliçe Gaşşulavi 'nin ortak mühür baskıları.

Kaynak : a) Alp , 2003: 59 b) Alp , 2003: 59

4. HİTİT SANATININ GÜNÜMÜZ SANATINA YANSIMALARI

Hititler Anadolu'da yaşamış ve sanatta kendilerine özgü tarzları olan bir Uygarlıktır. Sanat ve edebiyatlarında Hattiler ile etkileşimi olmuş ve sanatı ileri seviyeye taşımışlardır. Oldukça çeşitli sanat eserleri meydana getirmişlerdir. Bu çeşitlilik günümüzde de ilham kaynağı olmuş ve olmaya devam etmektedir.

Günümüzde Görsel Sanatlara bakıldığında heykel, seramik, takı, cam, tekstil gibi sanat dallarının her köşesinde Hitit sanatından esinlenmelerin olduğunu sıklıkla görebiliriz.

Görsel 8. Ankara, Sıhhiye, Hitit Güneşi Anıtı

Kaynak : images.beyazgazete.com/

Hitit sanatının etkilerini günümüzde takı tasarımları üzerinde de görmekteyiz. Hitit Güneş Kursu, mühürleri ve hiyeroglif yazıları takı sanatına çeşitlilik getirmekte olduğu görülmektedir.

Görsel 9. Takı Sanatında Kullanılan Hitit Güneşi , Mühürleri ve Hiyeroglif örnekleri

Kaynak : arkeolojidukkani.com

Hitit sanatının günümüzde kullanım yerlerinden biride tekstil basmadır. El işçiği ile basılan sofra örtüleri, şallar, yastık kılıfları gibi tekstil ürünlerinde de Hitit motifleri görsel estetik amaçlı sık sık kullanılmaktadır.

Görsel 10. a) Kastamonu, Hitit Güneş Kursu Taş Basma örneği

b) Tokat, Yastık, Hitit Güneş Kursu Taş Basma örneği

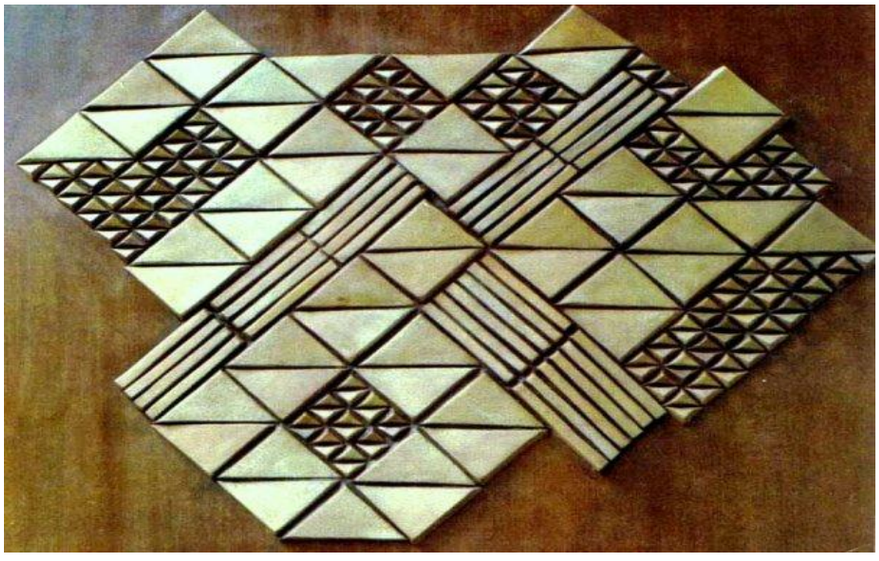
c) Kastamonu, Sofra örtüsü, Hitit Güneş Kursu Taş Basma örneği

Kaynak : a) duygu-uzun.blogspot.com b) 1.bp.blogspot.com/ c) www.guncelsayfam.com/

Hitit sanatının yansımalarını duvar panolarında da görülmektedir.

Görsel 11. İçenli, Hitit sembol ve mühürlerinin seramik pano üzerine kullanımı, 2016.

Fotoğraf: Meryem İÇENLİ, 2016



Görsel 12. Buket Gürel, "Modüler Duvar Paneli" ilham; Hitit Güneş Kursu, 1983

Kaynak : https://m.facebook.com

Günümüz seramik sanatına baktığımızda, Hitit Güneş Kursu, mühürleri, hiyeroglif yazıları sanatçılara estetik unsur olarak kullanım zenginliği sağladığı, sanatçıların seramik eserlerinde dekor, oyma, kazıma ve kabartma gibi yöntemlerle Hitit sanatından yararlandıklarını görmekteyiz.

Görsel 13. a) Gülaçtı, Hitit hiyeroglif yazının seramik tasarım üzerine kullanımı.

b) Gülaçtı, Hitit hiyeroglif yazının seramik tasarım üzerine kullanımı.

c) Gülaçtı, Anadolu adlı vazo, Hitit Güneş Kursu dekoratif kullanımı, 2013.

Fotoğraf: a) Nurettin GÜLAÇTI, b) Nurettin GÜLAÇTI, c) Meryem İÇENLİ, 2017

Görsel 14. İçenli, Hitit sembol ve mühürlerinin seramik üzerine kullanımı, 2016.

Fotoğraf: Meryem İÇENLİ, 2016

Görsel 15. Onur Öztürk, Hitit çalışma örnekleri

Kaynak : https://m.facebook.com

Görsel 16. Buket Gürel, Hitit çalışma örnekleri, 1984

Kaynak : https://m.facebook.com

5. SONUÇ

Anadolu'da büyük bir uygarlık olarak farklı ırktan insanların yaşadığı, farklı dillerin konuşulduğu Hitit Devleti, uzun yıllar varlıklarını sürdürmüşlerdir. Heykelleri kutsal simge olarak görmeleri, sanata büyük önem vermelerini sağlamış ve eşsiz güzellikte eserler meydana getirerek sanatı ileri seviyeye taşımışlardır. Boğa, geyik ve aslan gibi hayvanları Hitit tanrılarının kutsal hayvanları olarak görmüşler ve sanat eserlerinde oldukça çok kullanmışlardır.

Günümüzde görsel sanat dallarının hemen her köşesinde, eser çeşitliliği oldukça zengin olan Hitit sanatının Güneş Kursu sembolü, mühürleri ve hiyeroglif yazıları estetik bir unsur olarak eserlere yansıtılmaktadır.

KAYNAKÇA

[1] SEVİN, V.," *Anadolu Arkeolojisi"* ,İstanbul, Der Yayınları, 2004

[2] ALP, S., "*Hitit Çağında Anadolu"*, Ankara, TÜBİTAK, 2000

[3] ALP, S., "*Hitit Güneşi"*, Ankara, TÜBİTAK, 2003

[4] AKURGAL, E.,*"Anadolu Kültür Tarihi"*, Ankara, Phoenix Yayınevi, 2014

[5]3.bp.blogspot.com/KHCimLGGABA/T9TrPHIFG61/AAAAAAAAAEY/E4r5cFFrJRo/s1600/P1010141-001.JPG

(Erişim tarihi: 12,07,2017)

[6] .com/haber/2017/6/5/20170605_hitit-gunes-kursu-ile-ilgili-tartismalar.jpg.

(Erişim tarihi: 11,07,2017)

[7]st2.myideasoft.com/ideal/bg/31/myassets/products/818/arkeoloji-dukkani0171.png?revision=1476540036

(Erişim tarihi: 12,07,2017)

[8]1.bp.blogspot.com/kSTxkFGn9nl/UFHpIN1tBgl/AAAAAAAAACw/c205IMUf5k8/s1600/DSCO1532.JPG

(Erişim tarihi: 11,07,2017)

[9] www.guncelsayfam.com/wp-contect/uploads/2013/02/TAS-BASKI-SOFRA-ORTUSU-KASTAMONUjpg

(Erişim tarihi: 11,07,2017)

[10] https://m.facebook.com/profile.php?id=1138527115

(Erişim tarihi: 17,08,2017)

[11] https://m.facebook.com/buket.gurel.900

(Erişim tarihi: 17,08,2017)

INTERPRETATION OF OTTOMAN COPPER COINS WITH BIRD FIGURES ON CERAMIC FORMS AND SURFACES

Ensar TAÇYILDIZ[1], Serçin DİNÇER[2]

[1]Anadolu Üniversitesi, Porsuk Meslek Yüksekokulu, Grafik Bölümü, Eskişehir, Türkiye

[2]Uşak Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Seramik Bölümü, Uşak, Türkiye

ABSTRACT

Copper coins which was pressed, used and named as mangir in the establishment years of Ottoman Empire, stamps which there were sultan names, sultan stamps, animal figures, embroidery patterns on it, presents various studying fields.

In Ottoman Empire bird figure, because it represents power, strength, ability, is highly important and special. Bird presentment was used in architecture, miniature, illuminated manuscript handicraft, adornment, ceramic art and even the coins they used in day-to-day life.

Ottoman mangirs with bird figures are able to reach today with the developments on the areas of archeology and numismatic and they are exhibited in certain museums by a few piece collectors. Mangirs which are some kinds of Ottoman copper coins, both have an important value in terms of culture and are very rich pieces in terms of tissue.

In this study, the bird figures and patterns on Ottoman mangirs are used on ceramic forms and surfaces by reinterpreting. During implementations, several shaping and embossing technics were used and original results were obtained.

Key Words: Copper, Bird, Mangir, Money, Ceramic

1. INTRODUCTION

In this study of ceramic art which is about copper coins with figures, minted and used between 13 th and 16 th centuries, both Ottoman copper coins and place and importance of bird used as a figure in Ottoman are researched.

Mangir is the name of copper coins in Ottoman time. It was made Turkish from the Word “mangun” which means cash (gold and silver coin) in Mongolian. Some oneiromancies like copper coin, nuhas akcha, Sikke-i nuhasssiye, rotten akcha, red mangir were substituded for mangir. Onthe front and back faces of these coins, minted place, minted date, and name of sultan of that time take part. There are also some mangirs which have only sultan’s name on it. In Ottoman Epire, The first mangir was minted by the name of Orhan I. But the earliest mangirs which is avaible, are the coins which were minted by the name of Murad-ı Hüdavendigar I in 1388(Visual I) (Y. R. Encyclopaedia, 1994, V.13).

Visual 1. A Sıkke From The Perıod Of Murat I

At the beginning when 24 mangirs worhted 1 akcha, then 1 akcha lost worth 8,4,2 mangirs, later 1 akcha equaled 1 mangir. While 800 mangirs were cut from 1 oka copper, their weigh and carat werenot same(Larousse, 1986, V.15 P.7755).

In the time of Murat I, two types of coin that weigh 4+1 gr were minted. Of these coins, the ones which weigh 5,5 gr, although it is rarely are encountered. After Murat I, however the coins weigh 4gr are encountered, these coins, because they constitute so little percent of all minted coins, are so unimported that they cant be classified. In the period of Murat I. except for two types of coin that weigh 4 gr, big size and small size two kinds of coin were genereally minted until the time of Fatih the conquerer. Big sizeswere 2,70 +0,50 gr small sizes ere 1,45 + 0,50 gr. Standart weighs were derived from the coins that were minted cursorily(Chart 1).By the time of Fatih the conquerer the weigh that determined is shown below(Chart 2) (Kabaklarlı, 1998. P.8).

YIL	Gr/Adet	Gr/Adet	AYARI	İNDEKS	AKÇE Saf Gümüş	İNDEKS	
1325	1.20	100	90	100	1.20	100	
1350	1.20	100	90	100	1.20	100	
1375	1.15	96	90	100	1.15	96	
1400	1.10	92	90	100	1.10	92	
1425	1.10	92	90	100	1.10	92	
1450	1.05	88	85	94.44	99	82.5	
1475	0.90	75	85	94.44	84.9	70.7	
1500	0.72	60	85	94.44	67.9	56.5	
1525	0.70	58	85	94.44	66.1	55	
1550	0.65	54	85	94.44	61.3	51	100
1575	0.55	46	85	94.44	51.9	43	100
1600	0.32	26	85	94.44	30.7	25.5	59
1625	0.28	23	75	83.33	23.3	19.4	45
1650	0.25	21	46	51.11	11.7	9.7	22
1675	0.20	17	-	51.11	10.2	8.5	20

Chart 1. Akche Value

DEVİR	KÜÇÜK BOY	BÜYÜK BOY
Murad I	1.45 ± 0.50 gr.	2.70 ± 0.50 gr.
Bayezid I	1.30 ± 0.50 gr.	2.75 ± 0.50 gr.
Süleyman Çelebi	1.30 ± 0.50 gr.	2.60 ± 0.50 gr.
Mehmet I	1.30 ± 0.50 gr.	2.60 ± 0.50 gr.
Murad II	1.40 ± 0.50 gr.	2.50 ± 0.50 gr.

Chart 2. Akche Value As To Periods

The primary causes of high aberration of standart weigh in copper coins are explained like this:

1. Being worthless of worht of copper as to silver and gold,

2. Not acting carefully to copper stick for minting,

3. The differences of mint while smushing the stick,

4. Cutting cursorily the pieces called Nukre (the name of the first silver coin in Ottoman) and copper sequins,

5. Being some differences between moulds because of the obligatory working with many moulds(Kabaklarlı, 2007, s.28).

In 1987, in Ottoman currency, akche was abrogated and coins were minted as kurush. After this datecins werenot minted in the name of akche, akche became a unity used in only counting. As fraction of kurush ,copper coins called as mangir were minted. 2 mangirs equal to 1 akche. In 1870s kurushs were replaced with lira(www.tr.wikipedia.org/wiki/Akçe).

2. HISTORY OF COPPER COIN IN OTTOMAN EMPIRE

In 15 th and 16 th centuries, within the boundaries of Ottoman Empire, a lot of copper coins were minted. Mangirs whose date and sultan is unknown, are much more than the ones whose date and sultan is known(Kabaklarlı, 2007, s.5).

In the time of Ottoman unity of Money weren't constituted. At the certain region in Empire different currencies were used. Despite the fact the sultans who minted money on behalf of their names, were regarded as having a voice in every respect in some regions the habits, manners and customs of public weren't changed(Kabaklarlı, 1998, s.5).

From the beginning of Empire to end of reign of Fatih the conquerer (1477-1479) in this period, monometalist system which based upon silver akche,was dominated. Although in Empire the notable proofs about minting of the very first Sikke were minted in the time of Osman I have been recently gained, it is a well accepted fact that fisrt coin minted as asilver sikke in the time of Orhan I in Bursa, 727. The first sikkes were minted mostly in Bursa, Edirne and Marmara basin. After that in the period of Murat I, mangir or copper sequins were put into circulation to provide the need of coin(Erdem, 2006, s.56).

Sultan Murat first and second akchas were minted with kufic.his third akchas are recognized by its writtings are not written with kufic but with "hattı arabi" and also the writtings on the face of akche on which the names of sultan who minted it and his father's(Koleksiyon, S.2, s.6).

Yıldırım Bayezid akches are 12,13,14 millimeters in diameter and 90 carat. Mangirs are 18,19 millimeters in diameter and they equal 13.4 carat, 12 mangirs equals to 1 akche (Koleksiyon, S.3, s.14).

In Mehmet II (Fatih the conquerer)' s last periods, two types of copper coin were minted. Eight of them, the big ones, were 1 akche and each weigh was 1 drachma. The small ones each three of them were 1 drachma and equals 1 akche. In the period of Bayezid rate of these coins continued the same. In the time of Suleiman the magnificent the rate was valid as the same value(Kabaklarlı, 1998, s.9).

2.1. Mangirs with Figures in Ottoman Period

In Ottomans, there was no exemption of picturing with human presentment because of the religious effects. Forthis reason the most beautiful examples of figure art can only be seen in architecture, adornments, handicrafts and especially in copper coins. In Ottoman figure art, the effects of handicrafts style of nomads coming from Central Asia is distinct. This figure art, before accepting Islam, composed a develeped and big style unity among the turks that spreaded in a large area through Central Asia. The biggest factor on forming this art was a symbol treasure based upon shamanist belief. After Turks came to Anatolia, figure art was developed in Seljuk period but it reached the most mature form in Ottomans. Eurasia animal style can rarely and distinctly be seen especially on copper coins in Ottomans. Lion and dragon figures during period of Fatih, fish figures during Bayezid II, eagle, bird, lion, horse, sun, wolf, deer, human head, dragon,hooter figures during Suleiman I can be seen with various presentments (Kabaklarlı, 1998, s.19).

2.1.1. Copper Coins With Bird Figures In Ottoman Empire

Eagles and other predatory birds in the Central Asian Turkic communities have been symbols of the protective spirit and justice of the monarch or the beard. The symbolic meaning of the eagle's reign, power, and power continued after Islam, and was sometimes used as an armor. Raptor birds or birds are widely used as reliefs on small arts or architectural artifacts, expressing these meanings(Çoruhlu, 2002, s.137,138). The eagle figure, which is one of the national symbols of the Turks, is also frequently used on copper coins.

A great number of mangir were minted in Tire mint during the period of Ottoman Empire. Motifs on these mangirsthat minted in there was one the most valuable examples of Turkish adornment art.Among copper coins the ones with simple bejeweled, as well as the ones with motifs are encountered. Copper coins with animal motifs are diversity of four majör animals which are eagle, leopard (pars or lion), fish and snake(dragon). There is a connection between the animals in natüre and the motifs on the copper coins(www.ottomancoins. com/kose_yazilari /Tire_hayvanli/tireTR1.htm).

The eagle has been inspired by the bird varieties on the map and has been stylized to the mangir(Chart 3) (http://www.ottomancoins.com/kose_yazilari/Tire_hayvanli/tireTR2.htm).

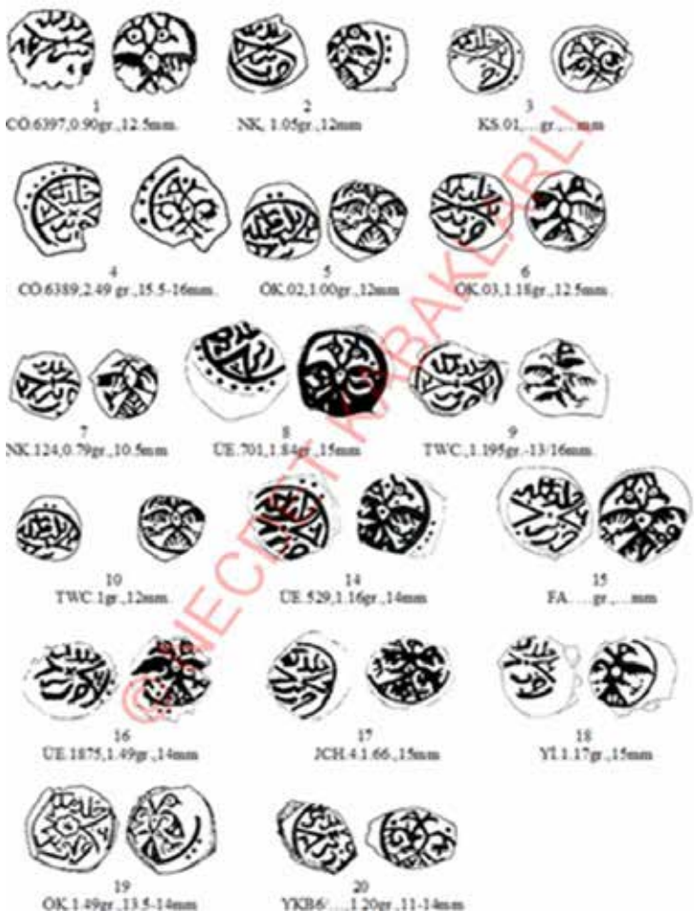


Chart 3. Ottoman Mangirs with Eagle Figures Shattered in Tire

In Ottoman Era copper coins with bird figures are divided into two types; the ones on which sultan's name, his seal or his minted date and the ones with date or without date.

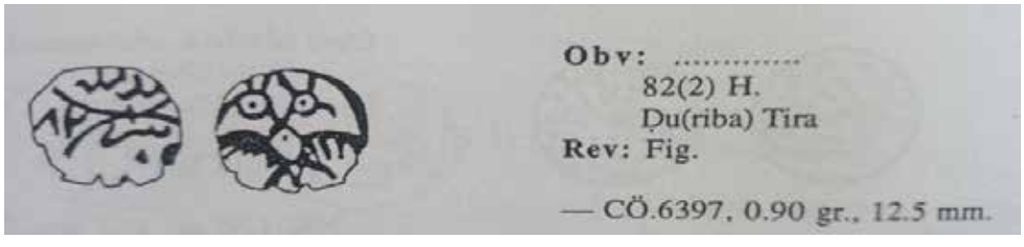
2.1.1.1. Bird Figured Copper Coins Without Date

Copper coins without date contain embroidered coins which there arenot sultan's name, sultan's seal and minteddate on it but it is known minted place.

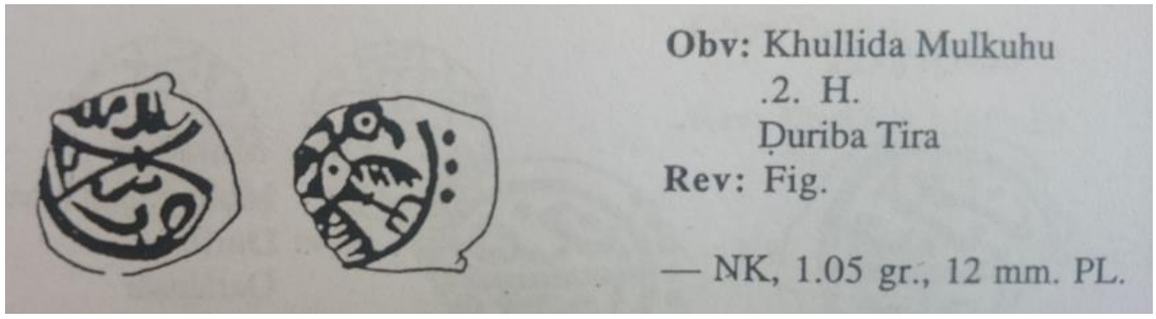
2.1.1.2. Bird Figured Copper Coins With Date

Copper coins with date contain the ones on which sultan's name, seal, minted date and minted place.

2.1.1.2.1. Murad II



Visual 2. Mangir 1



Visual 3. Mangir 2

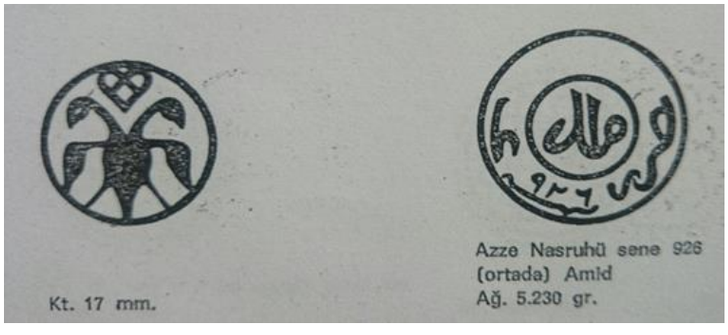
2.1.1.2.2. Mehmed II (Fatıh The Conquerer)

Visual 4. Mangir 3

2.1.1.2.3. Bayezid II

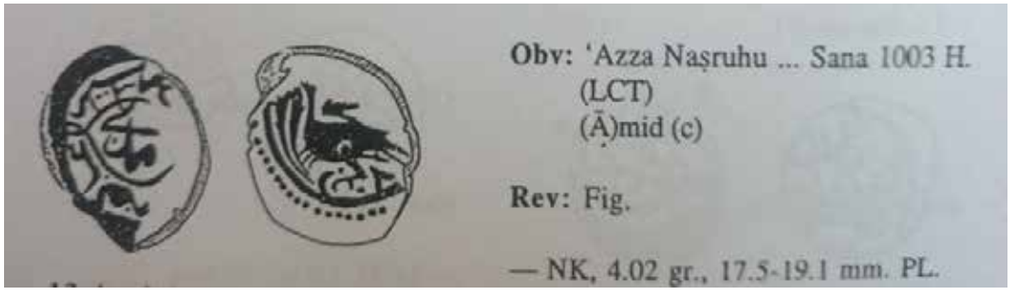
Visual 5. Mangir 4

2.1.1.2.4. Suleiman The Magnificent



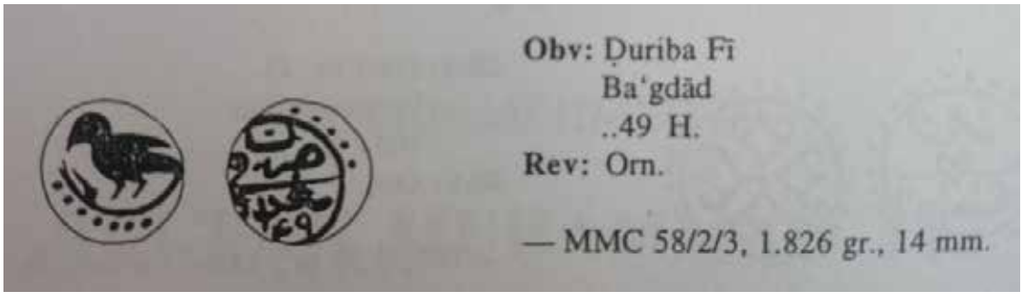
Visual 6. Mangir 5

2.1.1.2.5. Mehmet III



Visual 7. Mangir 6

2.1.1.2.6. Ibrahim I



Visual 8. Mangir 7

2.1.1.2.7. Suleiman II

Visual 9. Mangir 8

Visual 10. Mangir 9

3. PERSONAL CERAMIC IMPLEMENTATION ON BIRD FIGURED OTTOMAN COPPER COIN

Visual 11. Copper Sequın 1, 32x2,4 cm Minting Mold Technic, 1100°C, Serçin Dinçer, 2016

Visual 12. Copper Sequın 2, 32x2 cm Minting Mold Technic, 1090°C, Serçin Dinçer, 2016

Visual 13. Copper Sequın 3, 28x27x1,6 cm, Minting Mold Technic, 1080°C, Serçin Dinçer, 2016

Visual 14. Copper Sequın 4, 28x30x1,8 cm, Minting Mold Technic, 1070°C, Serçin Dinçer, 2016

Visual 15. Copper Sequım 5, 25x1,6 cm, Minting Mold Technic, 1060°C, Serçin Dinçer, 2016

Visual 16. Copper Sequım 6, 23x25x1,4 cm, Minting Mold Technic, 1050°C, Serçin Dinçer, 2016

Visual 17. Copper Sequım 7, 30x27x1,6 cm, Minting Mold Technic, 1040°C, Serçin Dinçer, 2016

Copper sequin series contain seven surface study and bivious symmetrical and asymmetrical series, which are seen between visual 11- visual 17, are fourteen pieces at total. Copper coin appearance was made by getting bird figured layer symmetrical and asymmetrical two pieces back to back. The whole of copper sequin series consisted od red mud. Oxidation process of bird figured copper coin is processed dark colour to light colour by baking the glaze different degrees. Aging, changing and transformation seen on copper coins through years is explained by emphasising.

4. CONCLUSION

The first examples of copper coins the parts which reached us and seen in 12th century, minted and used coins with figures and without figures in 13 th century, importance and value of first coins in Ottoman Era are among culture treasure.

Ottoman copper coin sorts out mine existing and processing it at that time. The economic, political and social importance of copper mine is one of the factors that raising monetary value and parennity. The meeting of processed copper and figure, pattern and embroidery gained an aesthetical value to copper coins.

Almost all sultan that had a say on governing Ottoman Empire minted their own copper coins that represents thier names, seal, minted place with figures, patterns and embroiders

Copper coins usually have animal motifs like bird, fish, eagle, leopard, snake. These figures depend on living place, socio-cultureal situation and religion.

The love of bird gained Works of art that lived with them in every field of their life in Ottomans. Bird figure is one of the figures encounted in not only on copper coin but also handicrafts, tile, architecture, miniature, illumination manuscript.

In this sudy interpretaion of bird figured Ottoman copper coin inspired to work of ceramic art by reapproaching with examined sources, observation and research and with the informaiton and documents gian, presentedby producing new works. To become a new source to people who want to study in this field is aimed.

REFERENCES

[1] Çoruhlu, Y. (2002). Türk Mitolojisinin Anahatları (Vol. 10). Kabalcı Yayınevi, s.137,138.

[2] Erdem, E., Osmanlı Para Sistemi ve Tağşiş Politikası: Dönemsel Bir Analiz, Bankacılar Dergisi, 2006, S.12, s.56.

[3] Kabaklarlı, N., Mangır Osmanlı Dönemi Bakır Paraları, İstanbul: Uşaklılar Eğitim ve Kültür Vakfı, 1998, s.5,8,9,19.

[4] Kabaklarlı, N., Mangır Tire'de Darpedilen Osmanlı Bakır Paraları, İstanbul: Tire Belediyesi Kültür Hizmeti, 2007, s.5,28.

[5] Koleksiyon, Ansiklopedik Mecmua, Osmanlı Sikkeleri, İstanbul: Özkan Ofset, 1976, S.2, s.6 S.3, s.14.

[6] Larousse, 1986, C.15, s.7755.

[7] Ölçer, C., Nakışlı Osmanlı Mangırları. İstanbul: Yenilik Basımevi, 1975.

[8] Y.R. Ansiklopedisi, 1994, C.13.

VISUAL REFERENCES

Visual 1. http://www.parakoleksiyon.com/koleksiyon.php?page=65

Visual 2. Kabaklarlı, N., Mangır Osmanlı Dönemi Bakır Paraları, İstanbul: Uşaklılar Eğitim ve Kültür Vakfı, 1998, s.128

Visual 3. Kabaklarlı, N., Mangır Osmanlı Dönemi Bakır Paraları, İstanbul: Uşaklılar Eğitim ve Kültür Vakfı, 1998, s.129

Visual 4. Ölçer, C., Nakışlı Osmanlı Mangırları. İstanbul: Yenilik Basımevi, 1975, s.163

Visual 5. Ölçer, C., Nakışlı Osmanlı Mangırları. İstanbul: Yenilik Basımevi, 1975, s.165

Visual 6. Ölçer, C., Nakışlı Osmanlı Mangırları. İstanbul: Yenilik Basımevi, 1975, s.169

Visual 7. Kabaklarlı, N., Mangır Osmanlı Dönemi Bakır Paraları, İstanbul: Uşaklılar Eğitim ve Kültür Vakfı, 1998, s.435

Visual 8. Kabaklarlı, N., Mangır Osmanlı Dönemi Bakır Paraları, İstanbul: Uşaklılar Eğitim ve Kültür Vakfı, 1998, s.471

Visual 9. Ölçer, C., Nakışlı Osmanlı Mangırları. İstanbul: Yenilik Basımevi, 1975, s.175

Visual 10. Ölçer, C., Nakışlı Osmanlı Mangırları. İstanbul: Yenilik Basımevi, 1975, s.177

Visual 11. Personal Photo Archive

Visual 12. Personal Photo Archive

Visual 13. Personal Photo Archive

Visual 14. Personal Photo Archive

Visual 15. Personal Photo Archive

Visual 16. Personal Photo Archive

Visual 17. Personal Photo Archive

Chart 1. Kabaklarlı, N., Mangır Osmanlı Dönemi Bakır Paraları, İstanbul: Uşaklılar Eğitim ve Kültür Vakfı, 1998, s.4

Chart 2. Kabaklarlı, N., Mangır Osmanlı Dönemi Bakır Paraları, İstanbul: Uşaklılar Eğitim ve Kültür Vakfı, 1998, s.8

Chart 3. www.ottomancoins.com/kose_yazilari/Tire_hayvanli/tablo4.gif, August 2017

INTERNET RESOURCES

www.tr.wikipedia.org/wiki/Akçe, April 2017

www.ottomancoins. com/kose_yazilari /Tire_hayvanli/tireTR1.htm, April 2017

www.ottomancoins.com/kose_yazilari/Tire_hayvanli/tireTR2.htm, August 2017

KUŞ FİGÜRLÜ OSMANLI MANGIRLARININ SERAMİK FORM VE YÜZEYLERDE YORUMLARI

Ensar TAÇYILDIZ[1], Serçin DİNÇER[2]

[1]Anadolu Üniversitesi, Porsuk Meslek Yüksekokulu, Grafik Bölümü, Eskişehir, Türkiye

[2]Uşak Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Seramik Bölümü, Uşak, Türkiye

ÖZET

Osmanlı Devleti'nin kuruluş yıllarında basılıp kullanılan mangır olarak adlandırılan bakır paralar, üzerlerindeki sultan adları, sultan mühürleri, hayvan figürleri, nakış desenlerinin bulunduğu pullar çok çeşitli çalışma alanları sunmaktadır.

Osmanlı Devleti'nde kuş figürü, gücü, kuvveti ve kudreti temsil ettiği için çok önemli ve özeldir. Kuş betimlemeleri, mimaride, minyatürde, tezhipte, el sanatlarında, süslemede, seramik sanatında ve hatta günlük hayatta kullandıkları paraların üzerinde kullanılmıştır.

Kuş Figürlü Osmanlı Mangırları, arkeoloji ve nümismatik alanında yaşanan gelişmelerle günümüze dek ulaşabilmiş ve az sayıdaki parça koleksiyonerler aracılığıyla belli başlı müzelerde sergilenmektedir. Osmanlı bakır paralarından olan mangırlar, hem kültürel bakımdan önemli bir değere sahip olup hem de doku bakımından oldukça zengin parçalardır.

Bu çalışmada, Osmanlı mangırları üzerinde yer alan kuş figürleri ve desenler yeniden yorumlanarak seramik form ve yüzeylerde kullanılmıştır. Uygulamalarda, seramik sanatında kullanılan çeşitli şekillendirme ve dekorlama teknikleri kullanılmış özgün sonuçlar elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bakır, Kuş, Mangır, Para, Seramik

1. GİRİŞ

13. ve 16. yy arasında basılıp kullanılan figürlü mangırların konu alındığı bu çalışmada, hem Osmanlı bakır paraları hem de figür olarak kullanılan kuşların Osmanlı'daki yeri ve önemi kil yardımıyla seramik sanatında araştırılmıştır.

Mangır; Osmanlılar zamanındaki bakır paralara verilen addır. Moğolca nakit (altın ve gümüş para) anlamına gelen 'Mangun' kelimesinden Türkçeleşmiştir. Bakır para, nuhas akça, Sikke-i nuhasiyye, çürük akça, kızıl mangır gibi tabirler mangır yerine kullanılmıştır. Bu paraların ön ve arka yüzlerinde basıldığı yer, basım tarihi ve zamanın padişahının adı yer almıştır. Sadece padişahın adının bulunduğu mangırlar da vardır. Osmanlı Devletinde ilk mangır para Orhan Gazi adına bastırılmıştır. Fakat elde bulunan en eski mangır paralar Sultan Birinci Murad-ı Hüdavendigar adına 1388'de bastırılan paralardır(Görsel1)(Y.R. Ansiklopedisi, 1994, C.13).

Görsel 1. I. Murat Dönemine Ait Bir Sikke

Başlangıçta 24 mangır 1 akçe değerindeyken, sonra 1 akçe 8,4,2 mangıra düşmüş, daha sonra 1 akçe 1 mangır olmuştur. Bir okka bakırdan 800 mangır kesilirken bunların ayar ve ağırlıkları eşit olmamıştır(Larousse, 1986, C.15, s.7755).

I. Murat zamanında 4±1 gr ağırlığında iki tip para darp edilmiştir. Bu paraların 5,5 gr ağırlığında olanlarına nadiren de olsa rastlanmaktadır. I. Murat'tan sonra 4 gr ağırlığındaki bakır paralara rastlanmaktaysa da bu paralar darp edilen paraların çok küçük bir yüzdesini teşkil ettiğinden, genel bir sınıflandırmaya girmeyecek kadar önemsizdir. I. Murat devrinde 4 gr ağırlığında darp edilen iki tip paranın haricinde Fatih dönemine kadar genel olarak büyük ve küçük boy iki çeşit para darp edilmiştir. Büyük boy paralar 2.70 g ± 0.50 gr ve küçük boy paralar 1.45 ± 0.50 gr'dır. Standart ağırlıklar paraların gelişigüzel darp edilmelerinden kaynaklanmaktadır (Çizelge 1). Fatih dönemine gelinceye kadar tespit edilen ağırlıklar aşağıda gösterilmiştir (Çizelge 2) (Kabaklarlı, 1998, s.8).

YIL	Gr/Adet	Gr/Adet	AYARI	İNDEKS	AKÇE Saf Gümüş	İNDEKS	
1325	1.20	100	90	100	1.20	100	
1350	1.20	100	90	100	1.20	100	
1375	1.15	96	90	100	1.15	96	
1400	1.10	92	90	100	1.10	92	
1425	1.10	92	90	100	1.10	92	
1450	1.05	88	85	94.44	99	82.5	
1475	0.90	75	85	94.44	84.9	70.7	
1500	0.72	60	85	94.44	67.9	56.5	
1525	0.70	58	85	94.44	66.1	55	
1550	0.65	54	85	94.44	61.3	51	100
1575	0.55	46	85	94.44	51.9	43	100
1600	0.32	26	85	94.44	30.7	25.5	59
1625	0.28	23	75	83.33	23.3	19.4	45
1650	0.25	21	46	51.11	11.7	9.7	22
1675	0.20	17	-	51.11	10.2	8.5	20

Çizelge 1. Akçe Değer Tablosu

DEVİR	KÜÇÜK BOY	BÜYÜK BOY
Murad I	1.45 ± 0.50 gr.	2.70 ± 0.50 gr.
Bayezid I	1.30 ± 0.50 gr.	2.75 ± 0.50 gr.
Süleyman Çelebi	1.30 ± 0.50 gr.	2.60 ± 0.50 gr.
Mehmet I	1.30 ± 0.50 gr.	2.60 ± 0.50 gr.
Murad II	1.40 ± 0.50 gr.	2.50 ± 0.50 gr.

Çizelge 2. Devire Göre Akçe Değer Tablosu

Bakır paralarda standart ağırlıklardaki sapmaların yüksek olmasının başlıca nedenlerini şöyle açıklamaktadır;

1. Bakırın reel değerinin gümüş ve altına göre değersiz oluşu,

2. Para darbı için çekilen bakır çubuğun düzgünlüğüne itina gösterilmeyişi,

3. Çubuğun ezilmesi esnasında darp farklılıkları,

4. Nukre (Osmanlıların ilk gümüş paralarına verilen ad) ve pul adı verilen parçaların gelişigüzel kesilmesi,

5. Çok kalıpla çalışma mecburiyetinden dolayı, kalıplar arasında farklılıklar oluşundan kaynaklanmaktadır(Kabaklarlı, 2007, s.28).

1687'de Osmanlı para sistemindeki akçe birimi kaldırılıp paralar, kuruş usulüne göre basılmıştır. Bu tarihten sonra akçe adıyla para basılmayıp, sadece hesaplarda kullanılan bir birim haline gelmiştir. Bu kuruşun küsuratı olarak da mangır denilen bakır para bastırılmıştır. İki mangır bir akçeye karşılık gelmektedir. 1870'lerde ise kuruş yerini liraya bırakmıştır (www.tr.wikipedia.org/wiki/Akçe).

2. OSMANLI DEVLETİ BAKIR PARA TARİHİ

15. ve 16.yy'larda Osmanlı İmparatorluğu sınırları içerisinde bol miktarda bakır para darp edilmiştir. Tarihi ve padişahı belirsiz mangırlar, tarihi ve padişahı belirgin mangırlardan birkaç misli daha fazladır(Kabaklarlı, 2007, s.5).

Osmanlılar devrinde para birliği kurulmamıştır. İmparatorluk içerisinde belirli bölgelerde değişik para birimleri kullanılmıştır. Her ne kadar para sultan adına basılmış her konuda söz sahibi o sayılsa da bazı bölgelerde halkın alışkanlıklarına, örf ve adetlerine dokunulmamıştır(Kabaklarlı, 1998, s.5).

İmparatorluğun başlangıcından Fatih döneminin sonuna yakın (1477-1479) süren bu dönemde gümüş akçeye dayanan monometalist istikrarlı bir para sistemi hakimdir. Aslında İmparatorlukta ilk sikkenin Osman Bey zamanında bastırıldığına dair son yıllarda önemli kanıtlar elde edilmiş olsa da ilk paranın gümüş sikke olarak Orhan Bey zamanında 1326-27 (H. 727) tarihinde Bursa'da bastırıldığı geniş kabul görmüş bir bilgidir. İlk sikkeler çoğunlukla Bursa, Edirne ve Marmara havzasında basılmıştır. Bu tarihten sonra devlette tek gümüş sistemi uygulanmaya başlanmıştır. Daha sonra I. Murat döneminde bozuk para ihtiyacını karşılamak üzere mangır ya da pul denen bakır paralar tedavüle girmiştir(Erdem, 2006, s.56).

Sultan Murat'ın birinci ve ikinci akçaları kufi yazı ile basılmıştır. Üçüncü nevi akçaları üzerindeki yazıların kufi olmayıp 'Hattı Arabi' denilen yazı ile yazılmasından ve bir de akçenin yüzündeki parayı bastıran Padişah ile babasının ismi yazılmasından fark edilmektedir(Koleksiyon, S.2, s.6).

Yıldırım Bayezid'in akçaları 12, 13, 14 milimetre çapında ve doksan ayarındaydı. Mangır ise 18, 19 milimetre çapında olup vezni (tartısı) 13,5 kırat geliyordu. On iki mangır bir akça karşılığındaydı(Koleksiyon, S.3, s.14).

II. Mehmet'in (Fatih) son zamanlarında iki tip bakır para darp edilmiştir. Bunlardan büyük olanlarının 8' i bir akçe olup her birinin ağırlığı 1 dirhemdir. Küçük olanlarının her üç tanesi bir dirhem olup 24 tanesi 1 akçedir. II. Bayezid devrinde ve sonları bu rayiç aynen devam etmiştir. Kanuni Sultan Süleyman zamanında da bu rayiçler aynen geçerlidir(Kabaklarlı, 1998, s.9).

2. 1. Osmanlı Dönemi Figürlü Mangırları

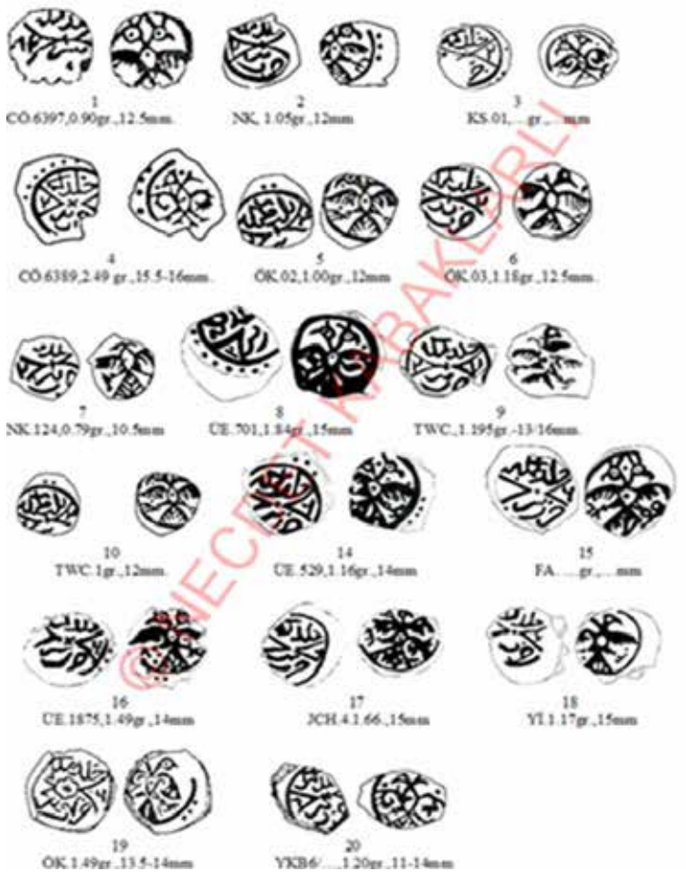
Osmanlılarda dinin etkisiyle insan betimlemeli resim yapma serbestliği bulunmamaktadır. Bu nedenle figür sanatının en güzel örnekleri mimarisinde, süslemelerinde, el sanatlarında ve özellikle bakır paralarında görülmektedir. Osmanlı figür sanatında Orta Asya'dan gelen göçebe el sanatı üslubunun etkileri belirgindir. Bu figür sanatı İslam öncesinde Orta Asya'da çok geniş bir alanda göçebe Türkler arasında gelişmiş ve büyük bir stil beraberliği oluşmuştur. Bu sanatın oluşmasında en büyük etken şaman inançlarına dayalı semboller hazinesidir. Türklerin Anadolu'ya gelmelerinden sonra figür sanatı Selçuklularda geliştirilmiş, Osmanlılarda ise en olgun çağına ulaşmıştır. Avrasya hayvan stili Osmanlılarda özellikle bakır paralarda nadir olmakla beraber belirgin bir şekilde görülmektedir. Fatih zamanındaki aslan ve ejder figürleri, II. Bayezid zamanında balık figürleri, I. Süleyman zamanında kartal, kuş, aslan, at, siren, güneş, kurt, geyik, insan başı, ejder figürleri çeşitli bezemelerle birlikte görülmektedir (Kabaklarlı, 1998, s.19).

2.1.1. Osmanlı Dönemi Kuş Figürlü Mangırları

Orta Asya Türk topluluklarında kartal ve diğer yırtıcı kuşlar, hükümdar ya da beylerin timsali koruyucu ruhun ve adaletin simgesi olmuştur. Kartalın hükümdarlık, güç kuvvetle ilgili simgesel anlamları İslamiyet'ten sonra da devam etmiş hatta zaman zaman arma olarak da kullanılmıştır. Yırtıcı kuş ya da kuşlar bu anlamları ifade eder biçimde gerek küçük sanatlarda gerekse mimari eserler üzerinde kabartma olarak yaygın biçimde kullanılmıştır (Çoruhlu, 2002, s.137,138). Türklerin milli simgelerinden olan kartal figürü bakır paralar üzerinde de sıkça kullanılmıştır.

Osmanlı İmparatorluğu, döneminde Tire darphanesinde çok miktarda mangır darp edilmiştir. Darp edilen bu mangırların üzerinde bulunan motifler Türk süsleme sanatının çok değerli örneklerindendir. İçlerinde sade motiflerle bezenmiş olanların yanı sıra mevcut bazı sembolik motiflerle de karşılaşılmaktadır. Hayvan motifli mangırlar başlıca dört hayvan motifinin çeşitlemesi olup bunlar kartal, leopar (pars veya aslan) balık ve yılan (ejder) motifleridir. Doğadaki mevcut hayvanlarla mangırlar üzerindeki hayvan motifleri arasında bir ilişki kurulmuştur(www.ottomancoins. com/kose_yazilari /Tire_hayvanli/tireTR1.htm).

Kartal figürlü mangırlarda yöredeki mevcut kuş çeşitlerinden esinlenilerek stilize edilmek sureti ile mangırlar üzerine geçirilmiştir (Çizelge 3) (http://www.ottomancoins. com/kose_yazilari/Tire_hayvanli/tireTR2.htm).



Çizelge 3. Tire'de Darbedilen Kartal Figürlü Osmanlı Mangırları

Osmanlı döneminde kuş figürlü bakır paralar padişah isminin, mührünün veya basım yılının bulunduğu ve bulunmadığı mangırlar olarak tarihli ve tarihsiz olarak 2'ye ayrılmaktadır.

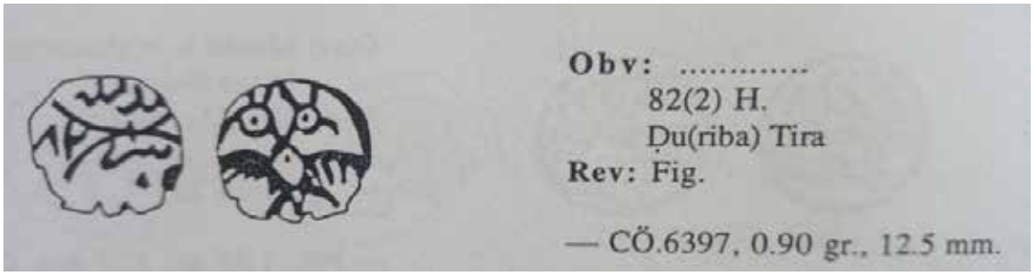
2.1.1.1. Tarihsiz Kuş Figürlü Mangırlar

Tarihsiz mangırlar üzerlerinde sultan adı, sultan mührü, basım yılı bulunmayan ancak bazı paraların basım yeri bilinen nakışlı mangırları kapsamaktadır.

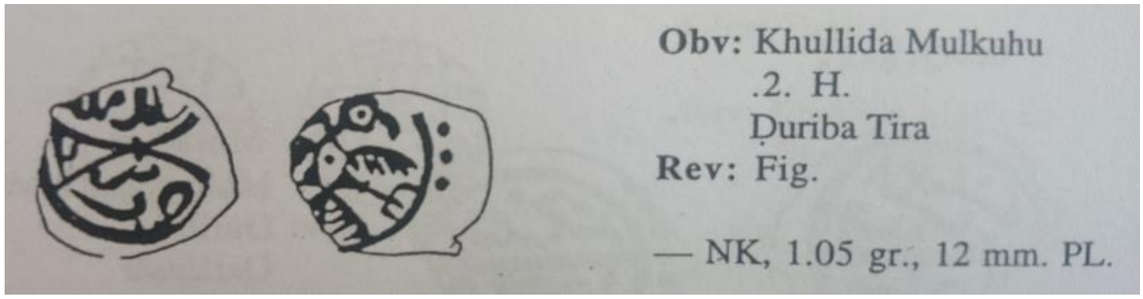
2.1.1.2. Tarihli Kuş Figürlü Mangırlar

Tarihli mangırlar üzerlerinde sultan adı, sultan mührü, basım yılı, basım yeri bilinen mangırları kapsamaktadır.

2.1.1.2.1. II. Murad

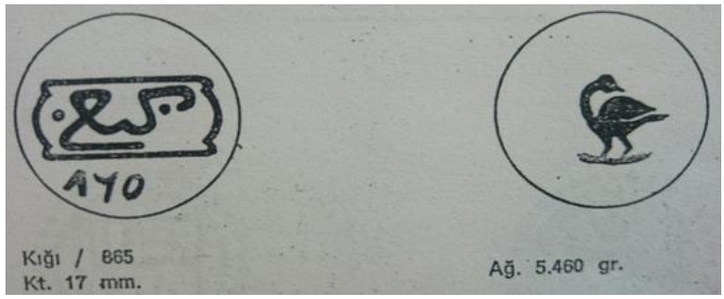


Görsel 2. Mangır 1



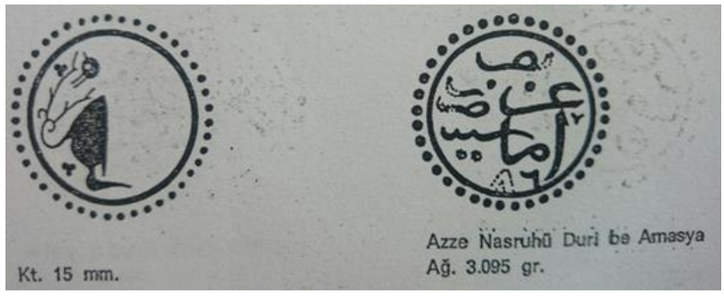
Görsel 3. Mangır 2

2.1.1.2.2. II. Mehmed (Fatih Sultan)



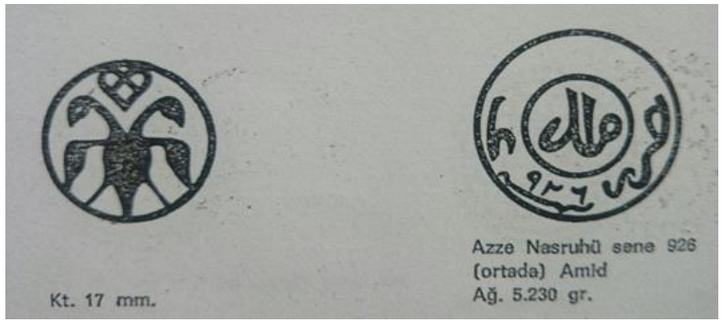
Görsel 4. Mangır 3

2.1.1.2.3. II. Bayezid



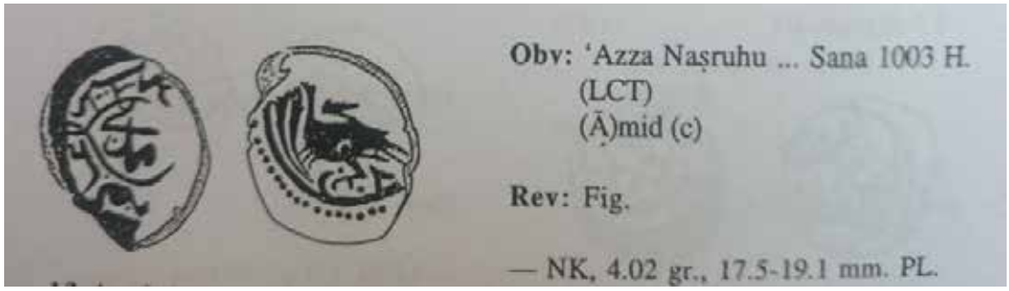
Görsel 5. Mangır 4

2.1.1.2.4. I. Süleyman (Kanuni Sultan)



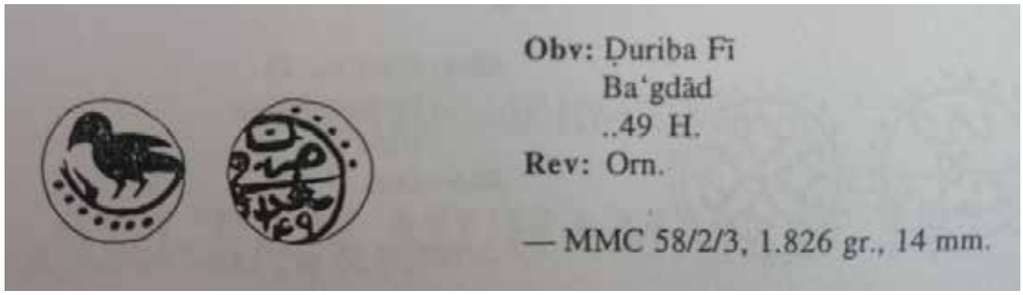
Görsel 6. Mangır 5

2.1.1.2.5. III. Mehmed



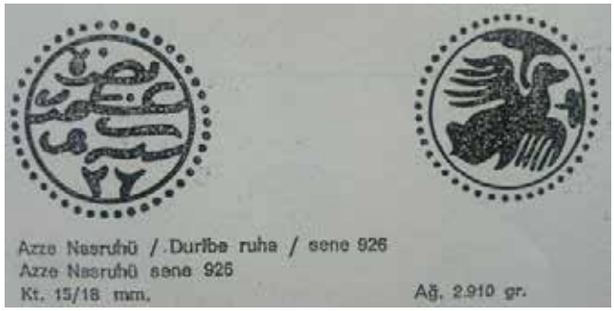
Görsel 7. Mangır 6

2.1.1.2.6. I. İbrahim



Görsel 8. Mangır 7

2.1.1.2.7. II. Süleyman



Görsel 9. Mangır 8

Görsel 10. Mangır 9

3. KUŞ FİGÜRLÜ OSMANLI MANGIRLARININ KİŞİSEL SERAMİK UYGULAMALARI

Görsel 11. Pul 1, 32x2,4 cm, kalıba basım tekniği, 1100°C, Serçin Dinçer, 2016

Görsel 12. Pul 2, 32x2 cm, kalıba basım tekniği, 1090°C, Serçin Dinçer, 2016

Görsel 13. Pul 3, 28x27x1,6 cm, kalıba basım tekniği,1080°C, Serçin Dinçer, 2016

Görsel 14. Pul 4, 28x30x1,8 cm, kalıba basım tekniği, 1070°C, Serçin Dinçer, 2016

Görsel 15. Pul 5, 25x1,6 cm, kalıba basım tekniği, 1060°C, Serçin Dinçer, 2016

Görsel 16. Pul 6, 23x25x1,4 cm, kalıba basım tekniği, 1050°C, Serçin Dinçer, 2016

Görsel 17. Pul 7, 30x27x1,6 cm, kalıba basım tekniği, 1040°C, Serçin Dinçer, 2016

Bakır Pul Serisi, görsel 11 ve 17 aralığında görülen çift taraflı simetrik ve asimetrik seri toplamda 14 parça olup, 7 yüzey çalışmasını kapsamaktadır. Bakır para görünümü üzeri kuş figürlü katmanlı simetrik ve asimetrik 2 parça sırt sırta getirilerek 1 çalışmayı oluşturmaktadır. Pul Serisi'nin tamamı kırmızı çamurdan oluşmaktadır. Kuş figürlü bakır paraların oksitlenme sürecini konu alarak sırın farklı derecelerde pişirilmesiyle süreç koyudan açığa renklerle işlenmiştir. Mangırlarda yıldan yıla görülen yıpranma, değişim, dönüşüm vurgu yapılarak anlatılmaktadır.

4. SONUÇ

Bakır paraların ilk örnekleri 12.yy'da görülen, bize ulaşabilen bölümü 13.yy'da basılıp kullanılmış figürlü figürsüz mangırların 16.yy'a kadar konu alındığı Osmanlı Dönemi ilk paralarının önemi ve değeri kültür hazineleri sayılmış eserler arasındadır.

Osmanlı bakır paraları o dönem ki madenlerin varlığı ve işlenişi bakımından bugüne ışık tutmaktadır. Bakır madeninin ekonomik, siyasal, toplumsal açıdan taşıdığı önem basılan paraların değerini ve uzun ömürlülüğünü artıran etkenlerden biri olmuştur. İşlenen bakırın, figür, desen ve nakışlarla buluşması mangırlara ayrı bir estetik değer kazandırmıştır.

Osmanlı Devleti'nin yönetilmesinde söz sahibi olmuş neredeyse tüm Sultanlar kendi isimleri, kendi mühürleri ve basıldıkları darp yerini belli edecek isimler, figürler, desenler ve nakışlarla kendi döneminin bakır paralarını oluşturmuşlardır.

Mangırların üzerindeki figürler genellikle kuş, balık, kartal, leopar, yılan gibi hayvan motifinden oluşmaktadır. Bu figürler yaşanılan yer, sosyo-kültürel durum ve inanç sistemiyle çeşitlemeler göstermektedir.

Osmanlılar'da kuşlara karşı duyulan sevgi hayatlarının her alanında onlarla birlikte yaşam olanağı sunmuş eserler kazandırmıştır. Bakır paraların yanı sıra kuş figürü, el sanatları, tezhip, çini, seramik, minyatür, mimari gibi alanlarda sıkça rastlanan hayvan motifi olmuştur.

Bu çalışmada, kuş figürlü Osmanlı mangırlarının kişisel yorumları, incelenen kaynaklar, gözlem ve araştırmayla yeniden ele alınarak edinilen bilgi ve belgelerle seramik eserlere ilham vermiş, yeni çalışmalar üretilerek sunulmuştur. Bu alanda çalışmak isteyenlere yeni bir kaynak oluşturması hedeflenmiştir.

KAYNAKÇA

[1] Çoruhlu, Y. (2002). Türk Mitolojisinin Anahatları (Vol. 10). Kabalcı Yayınevi, s.137,138.

[2] Erdem, E., Osmanlı Para Sistemi ve Tağşiş Politikası: Dönemsel Bir Analiz, Bankacılar Dergisi, 2006, S.12, s.56.

[3] Kabaklarlı, N., Mangır Osmanlı Dönemi Bakır Paraları, İstanbul: Uşaklılar Eğitim ve Kültür Vakfı, 1998, s.5,8,9,19.

[4] Kabaklarlı, N., Mangır Tire'de Darpedilen Osmanlı Bakır Paraları, İstanbul: Tire Belediyesi Kültür Hizmeti, 2007, s.5,28.

[5] Koleksiyon, Ansiklopedik Mecmua, Osmanlı Sikkeleri, İstanbul: Özkan Ofset, 1976, S.2, s.6 S.3, s.14.

[6] Larousse, 1986, C.15, s.7755.

[7] Ölçer, C., Nakışlı Osmanlı Mangırları. İstanbul: Yenilik Basımevi, 1975.

[8] Y.B. Ansiklopedisi, 1994, C.13

GÖRSEL KAYNAKÇA

Görsel 1. http://www.parakoleksiyon.com/koleksiyon.php?page=65

Görsel 2. Kabaklarlı, N., Mangır Osmanlı Dönemi Bakır Paraları, İstanbul: Uşaklılar Eğitim ve Kültür Vakfı, 1998, s.128

Görsel 3. Kabaklarlı, N., Mangır Osmanlı Dönemi Bakır Paraları, İstanbul: Uşaklılar Eğitim ve Kültür Vakfı, 1998, s.129

Görsel 4. Ölçer, C., Nakışlı Osmanlı Mangırları. İstanbul: Yenilik Basımevi, 1975, s.163

Görsel 5. Ölçer, C., Nakışlı Osmanlı Mangırları. İstanbul: Yenilik Basımevi, 1975, s.165

Görsel 6. Ölçer, C., Nakışlı Osmanlı Mangırları. İstanbul: Yenilik Basımevi, 1975, s.169

Görsel 7. Kabaklarlı, N., Mangır Osmanlı Dönemi Bakır Paraları, İstanbul: Uşaklılar Eğitim ve Kültür Vakfı, 1998, s.435

Görsel 8. Kabaklarlı, N., Mangır Osmanlı Dönemi Bakır Paraları, İstanbul: Uşaklılar Eğitim ve Kültür Vakfı, 1998, s.471

Görsel 9. Ölçer, C., Nakışlı Osmanlı Mangırları. İstanbul: Yenilik Basımevi, 1975, s.175

Görsel 10. Ölçer, C., Nakışlı Osmanlı Mangırları. İstanbul: Yenilik Basımevi, 1975, s.177

Görsel 11. Kişisel Fotoğraf Arşivi

Görsel 12. Kişisel Fotoğraf Arşivi

Görsel 13. Kişisel Fotoğraf Arşivi

Görsel 14. Kişisel Fotoğraf Arşivi

Görsel 15. Kişisel Fotoğraf Arşivi

Görsel 16. Kişisel Fotoğraf Arşivi

Görsel 17. Kişisel Fotoğraf Arşivi

Çizelge 1. Kabaklarlı, N., Mangır Osmanlı Dönemi Bakır Paraları, İstanbul: Uşaklılar Eğitim ve Kültür Vakfı, 1998, s.4

Çizelge 2. Kabaklarlı, N., Mangır Osmanlı Dönemi Bakır Paraları, İstanbul: Uşaklılar Eğitim ve Kültür Vakfı, 1998, s.8

Çizelge 3. www.ottomancoins.com/kose_yazilari/Tire_hayvanli/tablo4.gif, Ağustos 2017

İNTERNET KAYNAKLARI

www.tr.wikipedia.org/wiki/Akçe, Nisan 2017

www.ottomancoins. com/kose_yazilari /Tire_hayvanli/tireTR1.htm, Nisan 2017

www.ottomancoins.com/kose_yazilari/Tire_hayvanli/tireTR2.htm, Ağustos 2017

EFFECTS OF INTERNATIONAL ESKIŞEHIR TERRACOTTA SYMPOSIUM ON CERAMIC EDUCATION

Özgür KAPTAN [1]

[1] Anadolu University Faculty of Fine Arts, Department of Ceramics
Eskişehir / TURKEY

ABSTRACT

International Eskisehir Terracotta Symposium started its activities in 2001 and completed 11th anniversary today. While symposium makes difference in terms of visually and functionality at our living areas with the ceramic pieces created over years, it also develops and expands the collaboration among artists, academicians, students and society. At 15-20 days long time which the students work harder, shortness of the period and numerosity of the students are inversely proportional. For the students symposium turned into a practical process in the fields of absorbing the information which have been learned and applied at the same time, preparing clay, drying, firing up, glazing and using the kiln while they are racing against the time by working day and night. Beyond any doubt, increasing the number of universities with ceramic education is a great development in our country. National and international relationships at education have important contributions on the improvement of ceramic art. Besides collaboration between university-municipality-ceramic industry speeds up the evolution process of the student.

International Eskisehir Terracotta Symposium converts today's ceramic art to a multi-directional fact with bringing artists together who can use different techniques and disciplines. While these new applications or new searches of production methods have no boundaries, the students benefit from this process. During this exchange, artist-student collaboration increases the speed of development process by seeing, learning with experimenting and applying. As streets, gardens and parks become open galleries with designed pieces for ceramic art, in a way symposium is also a fast growing educational support for 60-70 students.

Keywords: Ceramic Education, Symposium, Accelerated Learning, Artist-Student Relationship, Different Techniques, Intern Student of Ceramic

1. INTRODUCTION

To do internship within Internship Eskisehir Terracotta Symposium is a kind of accelerated educational process. Students take 4-years, 8-semesters long education at Department of Ceramics of Faculty of Fine Arts. The primary objective of this education is to enhance the knowledge of students, improve their skills and thinking system and emphasize the necessity and importance of art. Therefore projects, trips, cultural and artistic activities, exhibitions are arranged by the department. Students are supposed to complete 40 work days long internship at this period. Internships can be done at artist's studios and ceramic factories. During internship students can not only improve their knowledge and skill levels but also learn to overcome the problems which they face with either during education period or after graduation.

At the end of the fourth year there are some expectations from Anadolu University Faculty of Fine Arts Department of Ceramic students:

- They have knowledge related with art culture and aesthetic issue.
- They have knowledge on art and design materials.
- They have knowledge on interactivity among related arts and interdisciplinary fields.
- They take effective role at process of project.
- They use methods and techniques related with concerned art field.
- They have the ability of interpretation based on resolution.
- They improve the skill of multidimensional perceiving, thinking, designing, and applying.
- They work either alone and independent or in a group with harmony and productivity
- They have the ability of communication to express their own works to society.
- With one foreign language they follow the developments at the field and communicate with the colleagues.
- They have the aesthetic awareness.

Besides many courses that must be added to students' schedule symposiums are very productive areas as opportunities for doing internship.

A student who wants to do his/her internship at International Eskisehir Terracotta Symposium preferably a graduate to third grade, should have completed the first part of his/her vocational courses. A student at this level can communicate and perform in theoretical and technical terms with the artist whom he/she will work with at the symposium. Students are accepted to symposium within equal quotas for the applied schools.

Students at work

Wang Shengli (China) and his students

Students split up groups at the meeting area. Each artist work minimum 4 and maximum 6 students. Before starting to the project with artists, students help to set up the exhibition that will be opened. At the same time, artists try to explore the area, settle down and meet with the his/her students. Team share the assignments with discussing. Thus, sketches that have designed and sent before for the symposium, materials, location of the final work are reviewed and rearranged then start working.

Ariane A. Coissieux (France) with art “Piece titled steppes which horses live freely”.

As well as starting to work lots of people including artists, journalists, television producers or everyone who come to visit the exhibition or to watch the process pass by the symposium area. In all flow students are the ones who contact with people, learn, communicate and share. Student gain many experiences and exercises from this process. Stands of authorities from ceramic sector are placed inside of the symposium area so that it provides newest information for students and presents many opportunities related with business world. Watching the way of artist’s preparing his/her clay or the methods for forming it are totally like a course for interns.

Bilgehan Uzuner (Turkey), Work of art designed for animal shelter

While the invited artist working with his/her group, he also talks about how he had chosen this occupation, his education, symposiums that he had attended before, the philosophy behind his works of art and etc. thus causes to develop the students’ information level.

At this joint study group, students gain experience rapidly with every word the artist says.

Meanwhile the team keeps on working, the topics such as artworks had been created at previous years, empty areas and which location will be chosen for the art work are reviwed by visiting gardens and parks of the city.

Replacement of the art works which were created at previous years within parks and gardens

While the art piece is being formed, the location that has been chosen by the artist, the base of the art piece regarding to the location and positioning are all installed by the civic actions who are experts on those subjects. During these preparations students help experts on mixing the mortar, digging, penetrating and molding.

Students that attend to the scientific conferences arranged at the beginning of the second week, have the chance to follow all subjects which are discussed at conferences. Many distinctive academic achievements at ceramic arts field should be gained while listening the presentations.

Besides some contests arranged on food, photography and cookery at the conference area wheel turn contest is the most exciting activity of the symposium. If students want, they can join the competitions as participants. At the professional section masters from all around the country contend to the contest. To watch over these masters while giving shape to the clay, to see their experiences so close, simply display the importance of this education one more time.

Students Wheel Turn Competition – Masters Wheel Turn Competition, 2016

As working at the area with national and international artists, there is also information sharing mutually amongst people who come from different countries and cultures over eating and drinking traditions, music and dance.

Petra Lindenbauer (Austria), “The importance of ceramic objects at daily life” titled art work

Symposium artists show their introduction videos, give information about themselves, their countries and universities, answer the questions at their spare time mostly evenings.

On the other hand municipal workers that are graduated from department of ceramics, install ceramic play studios for the visitors from various schools. Interns if they want, can help to these activities and gain experiences and exercises on child-play-ceramic subjects.

While art works formed by artists and their teams are classified according to kilns’ dimensions and sizes, arrangements for drying are made.

Dryings made up of recycle materials at the area.

Drying is a process which must be decided fast and gone to the action as soon as possible due to the humidity in air, sunny or rainy weather conditions. Because timing is one of the most important points at the symposium.

Burcu Karabey (Turkey), Preparations for kiln with her students

At this step; student team with their leader learns how to carry the works to kiln and place them into the kiln. Right after firing and cooling processes work are carried to the area when packed. With thinking on details like the basement, montage, environment and name tag all together, team work comes to the conclusion.

Packaging-montaging of completed works

When closing ceremony starts, successfully designed art works which have been created at a great pace, take their palaces at parks. By the end of this joyous time, students have been experiencing all creation steps from sketching to fixing design to its placement with every detail. In the process of International Eskisehir Terracotta Symposium like an accelerated program students are either witnesses or workers. Phases are gone through one by one with their support. While they are learning today's ceramic art, they experience different art disciplines at this platform. The artists have distinctive sculpting techniques and watching these techniques creates new ideas .

2. RESULT

While working mutually, students gain experiences on team spirit, collaboration, learning by trying, forming, drying, firing and montaging on exhibition area and finalizing an art work. Besides they become experienced on arranging an exhibition, attending a contest, TV programs also presentations.

As streets, gardens, parks become outdoor galleries, students leave from symposium with new and satisfying information.

Actually 15-20 days long symposium is a very fast process for the students who are used to design small pieces along four years period and try to finalize them on time. The practicalness of producing in here, timing, the speed of scheduling between first and last date motivates the students.

Good friendships and relations are built every year between 60-70 students and 10 national and international artists and this cause them to attend symposium as audiences in the coming years.

International Eskisehir Terracotta Symposium is a versatile educational platform that brings artists together who use today's ceramic art, different art disciplines, techniques and introduces them to the industry. This process becomes a school for students while these new applications and new methods searches have no boundaries at ceramic art.

Hope International Eskisehir Terracotta Symposium will last for many years with its beautiful and beneficial educational environment…

REFERENCES

[1] Erişim Temmuz 2017: http://abp.anadolu.edu.tr/tr/program/alanyeterlilikleri/194/12

[2] Atalayer,F., Görsel Sanatlarda Estetik İletişim, Yay:6, No:770, Eskişehir, 1994.

[3] Başaran, İ. E., Eğitim Psikolojisi, Ankara, 1969**.**

BİLDİRİ

ULUSLARARASI ESKİŞEHİR PİŞMİŞ TOPRAK SEMPOZYUMU VE SERAMİK EĞİTİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Özgür KAPTAN [1]

[1] Anadolu Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik Bölümü, Eskişehir / TÜRKİYE

ÖZET

Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu 2001 yılında başlamış ve bugün on birinci yılını tamamlamıştır. Sempozyum yıllar içinde Eskişehir'e kattığı seramik eserlerle yaşam alanlarımızı görsel, işlevsel anlamda farklı kılarken sanatçılar, eğitimciler, öğrenciler ve halkla işbirliğini geliştirip büyütmektedir. Öğrencilerin yoğun olarak çalıştığı bu 15-20 günlük süreçte zamanın kısalığı, öğrenilenlerin çokluğu ile ters orantılı olmaktadır. Sempozyum öğrenciler için gündüz ve gece periyodunda zamanla yarışırken aynı anda görüp uyguladıkları bilgilerin özümsendiği, çamur hazırlamadan şekillendirmeye, kurutmadan pişirmeye, sırlama ve fırın kullanım konularında pratik bir sürece dönüşmektedir. Ülkemiz üniversitelerinde seramik eğitimi veren bölümlerin sayıca artması şüphesiz iyi bir gelişmedir. Eğitimde ulusal-uluslararası ilişkilerin seramik sanatının gelişimine önemli katkıları olmaktadır. Ayrıca üniversite-belediye-seramik endüstrisi işbirliği öğrencinin gelişiminde süreci hızlandırmaktadır.

Pişmiş Toprak Sempozyumu günümüz seramik sanatını farklı sanat disiplinleri ve tekniklerini kullanabilen sanatçıları bir araya getiren çok yönlü bir olguya dönüştürmektedir. Seramik sanatındaki bu yeni kullanımlar ya da yeni üretim yöntem arayışları sınır tanımazken, bu süreçte en çok faydayı öğrenciler görmektedir. Bu karşılıklı çalışma sırasında sanatçı-öğrenci işbirliği, görmek, deneyerek öğrenmek, uygulamak konularında gelişimin hızını arttırmaktadır. Sokaklar, bahçeler, parklar seramik sanatı için tasarlanmış eserlerle açık hava galerileri halini alırken, çalışan 60-70 kadar öğrencinin de hızla gelişen, pekişen bir eğitim desteği olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Seramik Eğitimi, Sempozyum, Hızlandırılmış Öğrenme, Sanatçı-Öğrenci İlişkisi, Farklı Teknikler, Seramik Stajyer Öğrencileri

1. GİRİŞ

Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu'nda staj yapmak hızlandırılmış bir eğitim sürecidir. Güzel Sanatlar Fakültelerinin Seramik Bölümü öğrencileri 4 yıl boyunca 8 sömestr eğitim almaktadırlar. Bu eğitimde öğrencilerin bilgilerini arttırmak, düşünce ve yeteneklerini geliştirmek, sanatın gerekliliği ve önemini vurgulamak asıl amaçtır. Bu nedenle bölüm projeleri, geziler, kültürel ve sanatsal aktiviteler ve sergiler düzenlenmektedir. Öğrencilerin bu süreçte eğitim süresinde 40 iş günü staj yapmaları beklenmektedir. Bu stajlar sanatçı atölyeleri, seramik fabrikaları gibi yerlerde yapılabilmektedir. Staj süresince öğrenciler, öğrenim sırasında ya da mezun olduktan sonra

karşılaşabilecekleri problemlerle başa çıkmayı öğrenmekte, bilgi ve beceri düzeylerini geliştirmektedirler.

Anadolu Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Bölümü öğrencilerinin eğitiminde dört yıl sonunda beklentilerden bazıları şöyledir:

- Sanat kültürü ve estetik konularına ilişkin bilgiye sahiptir.
- Sanat ve tasarım materyalleri konusunda bilgi sahibidir.
- İlgili sanat alanının ilişkili olduğu disiplinler arası etkileşim konusunda bilgi sahibidir.
- Proje süreçleri içinde etkin olarak yer alır.
- İlgili sanat alanına ilişkin yöntem ve teknikleri kullanır.
- Çözümlemeye dayalı yorum becerisine sahiptir.
- Çok boyutlu algılayabilme, düşünebilme, tasarlayabilme, uygulayabilme becerisini geliştirir.
- Tek başına bağımsız olarak veya grup içinde uyumlu ve üretken olarak çalışır.
- Çalışmalarını topluma anlatabilecek iletişim becerisine sahiptir.
- Bir yabancı dili kullanarak alanındaki bilgileri izler ve meslektaşları ile iletişim kurar.
- Estetik farkındalığa sahiptir.

Eğitim hayatları boyunca öğrenciye yüklenmesi gereken derslerin yanı sıra sempozyumlar, staj yapma imkanları açısından çok verimli alanlar olmaktadır.

Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu'nda staj yapmak isteyen tercihen 2. sınıftan 3. sınıfa geçen bir öğrenci, mesleki derslerinin ilk kısmını tamamlamamış olmalıdır. Bu seviyedeki bir öğrenci sempozyumda çalışacağı sanatçı ile teorik ve teknik anlamda anlaşacak ve istenilenleri yerine getirebilecektir. Başvuran okullar için belirlenen eşit kontenjanlar dahilinde öğrenciler sempozyuma kabul edilmektedir.

Öğrenciler çalışma sırasında

Wang Shengli (Çin) ve öğrencileri

Buluşma alanında öğrenciler toplanarak gruplara ayrılır. Her sanatçı en az 4 ya da en fazla 6 öğrenci ile çalışmalarını sürdürecektir. Öğrenciler sanatçılar ile birlikte projeye başlamadan önce, açılacak sergilerin hazırlıklarına yardım ederler. Sanatçı bu sırada alanı tanır, masasına yerleşir ve öğrencileri ile tanışır. Ekip kendi içinde konuşarak iş bölümünü yapar. Böylece önceden sempozyum için hazırlanıp gönderilmiş skeçler, malzeme ve işin yerleştirileceği mekan tekrar gözden geçirilerek düzenlenir ve çalışılmaya başlanır.

Ariane A. Coissieux, Fransa, “Atların özgürce yaşadığı bozkırlardan” eseriyle

Çalışmaların başlamasıyla birlikte sempozyum alanından, sergiye ve işleri izlemeye gelen halk, sanatçılar, gazeteciler, TV programcıları gibi pek çok kişi geçer. Tüm bu akış içinde öğrenci insanlarla iletişim içinde olan, öğrenen, sohbet eden, paylaşandır. Bu işleyişten pek çok deneyim ve tecrübe kazanır. Seramik sektörünün stantları ile alan içinde olması, öğrenci için yeni bilgiler sağlarken, iş dünyası ile ilgili pek çok fırsatlarda sunmaktadır. Sanatçının işini yaparken çamurunu nasıl hazırladığı, şekillendirme için hangi yöntemleri kullandığı stajyer öğrenciler için tamamen ders konusu niteliğindedir.

Bilgehan Uzuner, Türkiye, Hayvan barınakları için tasarladığı eseri

Davetli sanatçı grubuyla birlikte bu çalışmayı yaparken; yaşadığı ülkesinden, bu mesleği nasıl seçtiğinden, eğitiminden, katıldığı başka sempozyumlardan, çalışmalarındaki felsefeden, sergilerinden vb. gibi pek çok konudan bahsetmekte, öğrencilerin bilgi seviyelerini yükseltmektedir.

Ortak hareket edilen, kendi içinde kuralları olan bu çalışma grubunda öğrenci sanatçının her söylediği ile hızla deneyim kazanmaktadır.

Çalışmalar devam ederken şehrin park ve bahçeleri gezilerek önceki yıllarda yapılan işler, boş alanlar, nasıl bir alan tercih edileceği gibi konular gözden geçirilmektedir.

Geçmiş yıllarda yapılan eserlerin park ve bahçelerdeki yerleşimi

Eserin şekillendirilmesi devam ederken, sanatçının seçtiği ve mekanın gerektirdiği kaide ve yerleştirme şekli bu konuda uzman belediye işçileri tarafından hazırlanmaktadır. Bu hazırlık sırasında harç karma, kazma, çakma, kalıplama gibi işlerde öğrencilerde ustalara yardım etmektedirler.

İkinci haftanın başında düzenlenen akademik konferanslara katılan öğrenciler, burda aktarılan tüm konuları da takip edebilme şansına sahiptirler. Seramik alanında bilimsel pek çok farklı kazanım, bu konferansları dinlerken, izlerken edinilmektedir.

Çalışma alanında düzenlenen yemek, aşçılık, fotoğrafçılık gibi yarışmaların yanı sıra, Torna Yarışması sempozyumun en heyecanlı kısmını oluşturmaktadır. Torna Yarışması'nda öğrenciler isterlerse yarışmaya katılımcı da olabilmektedirler. Torna Yarışması'nın profesyonel olan bölümünde ülkemizin çeşitli bölgelerinden gelen ustalar yarışmaktadır. Yarışmada çamura şikel veren ustaları izlemek, öğretici tecrübeyi yakından görmek, burdaki eğitimin önemini bir kez daha anlatmaktadır.

Öğrenciler Torna Yarışması – Ustalar Torna Yarışması, 2016

Yine alanda yerli ve yabancı sanatçılarla bir arada çalışılırken; farklı ülkeler ve kültürlerden gelen bu insanların yeme-içme gelenekleri, müzikleri, dansları hakkında da karşılıklı bilgi paylaşımları olmaktadır.

Petra Lindenbauer, Avusturya, "Günlük yaşamda seramik nesnelerin önemi" adlı eseri

Sempozyum sanatçıları geceleri boş kalan zamanlarda kendi tanıtım CD'lerini göstererek kendileri, ülkeleri ve okulları hakkında bilgi vermekte, soruları cevaplamaktadırlar.

Diğer taraftan seramik mezunu Belediye çalışanları gelen okullara ve ziyaretçi çocuklarına seramik oyun atölyeleri hazırlamaktadırlar. İsteyen stajyer öğrenciler bu etkinliklere yardım edebilmekte, çocuk-oyun-seramik konularında deneyim ve tecrübeler kazanmaktadırlar.

Sanatçılar ve ekipleri tarafından şekillendirilen işler fırın ölçü ve boyutlarına göre ayrılırken kurutma için hazırlıklar yapılmaktadır.

Alandaki geri dönüşüm malzemelerle hazırlanan kurutmalar

Kurutma havanın güneşli ya da yağışlı, nemli olması durumlarına göre hızlıca karar verilip eyleme geçilmesi gereken bir süreçtir. Çünkü, sempozyumda zamanlama en önemli noktalardan biridir.

Burcu Karabey, Türkiye, Öğrencileri ile fırın hazırlıkları

Bu aşamada, sanatçı ile öğrenci grubu fırına taşıma ve yerleştirme konularını öğrenmektedir. Fırınlama işlemi ve soğumanın hemen arkasından işler paketlenerek alanlara taşınmaktadır. Kaide, montaj, çevre, isimlik detayları birarada düşünülerek tam bir ekip çalışması ile sonuca ulaşılmaktadır.

Biten işlerin paketlenmesi-montajı

Kapanış seremonisi başladığında hızla geçen zamanda yapılan işler, başarılı ve bitmiş halleriyle parklardaki yerini almaktadır. Bu en keyifli sonuca gelindiğinde öğrenci tasarımın çizim aşamasından işin alana yerleştirilme aşamasına kadar geçen süreçte bütün detayları bire bir yaşamış olmaktadır. Hızlandırılmış bir program gibi Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu sürecinde öğrenci, olaya birebir tanıklık eden, içinde çalışandır. Aşamalar gözünün önünde onun katkılarıyla gerçekleşmiştir. Günümüz Seramik Sanatı'nı öğrenirken farklı sanat disiplinlerinin ilişkilerini de burada görmüş, yaşamış olmaktadır. Seramik sanatçılarının kendilerine özgü yeni şekillendirme teknikleri önlerinde yeni düşünceler oluşturmaktadır.

2. SONUÇ

Karşılıklı çalışma sırasında öğrenci ekip ruhu, işbirliğini görmek, deneyerek öğrenmek, şekillendirmek, kurutmak, pişirmek ve sergilenecek alanda montajını yapmak, işi bitirmek konularında hızlı bir öğrenme, canlı bir deneyim yaşamış olmaktadırlar. Ayrıca sergi düzenleme, yarışmaya katılma, tv programları, sunumlar hakkında da deneyim kazanmaktadır.

Sokaklar, bahçeler, parklar seramik sanatçılarının eserleriyle açık hava müzesi halini alırken, öğrenciler de yeni bilgilerle donanımlı olarak alandan ayrılmaktadırlar.

Bu 15-20 günlük zaman diliminde öğrenilenler aslında okulda geçen 4 yıl boyunca küçük işler üreten, zamanında ödev yetiştirmek için çalışan öğrenci için sempozyum çok hızlı gelişen süreç olmaktadır. Burda üretmenin pratikliği, zamanlama, işe başlama ve bitirme arasındaki programlama hızı öğrenciye büyük bir motivasyon kazandırmaktadır.

Sayıları 60-70 kadar olan öğrenciler ile her yıl 10 yerli ve yabancı sanatçı arasında güzel dostluklar kurulmakta ve sonraki yıllarda da sempozyumlara izleyici olarak gelip katılımlarına sebep olmaktadır.

Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu günümüz Seramik Sanatı'nı, farklı sanat disiplinlerini ve tekniklerini kullanan sanatçıları bir araya getiren, sektörle tanıştıran çok yönlü bir eğitim alanı oluşturmaktadır. Seramik Sanatı'ndaki bu yeni kullanımlar, yeni methot arayışları sınır tanımazken bu süreç öğrenciler için okula dönüşmektedir.

Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu'nun sebep olduğu bu güzel eğitim ortamının yıllarca devam etmesi dilek ve temennileriyle…

KAYNAKÇA

[1] Erişim Temmuz 2017: http://abp.anadolu.edu.tr/tr/program/alanyeterlilikleri/194/12

[2] Atalayer,F., Görsel Sanatlarda Estetik İletişim, Yay:6, No:770, Eskişehir, 1994.

[3] Başaran, İ. E., Eğitim Psikolojisi, Ankara, 1969**.**

KAYNAKÇA

[1] Tezcan, İ., Çiçek, S. ve Demirhan, H., Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Toprak Sanayii Hammaddeleri , Madencilik Özl İhtisas Komisyonu Raporu, 85-95, Ankara, 2001.

[2] Bayata, O. , Arslan,V., Cebeci, Y. , Combined application of different collectors in the floatation concentration of Turkish feldspars, Minerals EngineeringVolume 19, Issue 1, , Pages 98-101. January 2006.

[3] Ahmed M., AbdeslamEl B., Iz-EddineEl Amrani El H., Complete characterization of Berrechid clays (Morocco) and manufacturing of new ceramic using minimal amounts of feldspars: Economic implication Case Studies in Construction Materials Volume 7, , Pages 144-153, December 2017.

[4] Kurcan, İ., Feldspat Cevheri Zenginleştirme Veriminin Artırılması, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Maden Mühendisliği Bölümü, Cevher Hazırlama Ana Bilim Dalı Eylül, 2006 .

[5] Günçelik, S. , K- Feldspat ile Na- Feldspatın Flotasyonla Seçimli Ayırımında Çok Değerlikli İyonların Etki Mekanizmasının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi ,Dumlupınar Üniversitesi Maden Mühendisligi Anabilim Dalı Temmuz – 2006

[6] K. Kayacı, H. Kaşıkçı, M. Çifçi & B. Aylakçı Söğüt (Bilecik) Civarındaki Alkalili Hammaddelerin Yer-Duvar Karosu Masse Hammaddesi Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması, Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 13-14 Mayıs 2004, izmir, Türkiye

RESEARCH ON EFFECTS OF BOYABAT (SINOP) BASALT ON CERAMIC MUD

Suna ÇETİN, Mert TOPÇU

Çukurova University, Faculty of Fine Arts, Department of Ceramic,
Adana / Turkey

ABSTRACT

Heterogeneous structure of conventional ceramic-based materials makes them enable to be mixed with many kinds of waste despite concessions on the last product. That's why the method of mixing industrial wastes and ceramic raw materials has been widespread in tile and brick manufacturing. As the natural sources gradually diminish, new ideas about reuse of certain industrial wastes as an alternative to natural raw materials have emerged. This study aims to research possibly different ceramic structures to be obtained through mixing basalt, which is a rock, with clay-based ceramics and sintering the last product in a furnace.

Keywords: Ceramic body, tile, basalt

1. INTRODUCTION

Use of industrial wastes and by-products in ceramic glaze [1-9], ceramic structures [10-13], glass [14-16] and glass-ceramic [17-19] within different fields such as the ceramic industry has recently drawn attention of researchers due to diminishing raw material sources and current environmental problems.

Use of different materials is already widespread in application of plastic arts. Today's art branches are not only performed within their own disciplines but also in interaction with different branches. Artists have the opportunity to benefit a wide array of materials during artistic production processes. Paper,piec es of wood, cinder, metal [20], fired ceramics (fireclay), pigmentary oxides [21] and pigments [22-23] are among these large number of admixture materials which may be used with ceramic muds.

Basalt is the raw material of iron-rich glass and glass-ceramic products. Basalt is described as low viscosity and enabling for production of materials with several dimensions and crystals at low temperature and in a short span of time [24].

Previous studies analyze the use of basalt materials peculiar to the Eastern Mediterranean region in researches about ceramic muds with suitable viscosity for casting, which are often used in ceramic industry [25]. This study, on the other hand, analyzes texture and color changes in basalt materials peculiar to the Central Black Sea region, which occur together with physical or chemical changes, when they are used in different ceramic structures. In addition, this study examines effects of basalt materials added to floor tiles in pre-determined amounts according to industrial needs.

2.EXPERİMENTAL STUDIES

2.1. Material

This study uses four different structures, namely ironstone china mud, red mud, fire clay and a kind of clay peculiar to Bilecik region. China mud is often used for industrial reasons and prepared as powder. This mud becomes red when it is broken and has a porous structure. Raw materials of this mud are white and yellow clay types with high binding characteristics. The red mud, also called as potter's clay, consists of binding clays which have large amounts of iron ore. This material is not resistant to high temperatures. Fire clay, on the other hand, is produced through breaking the ceramic cooked until it loses its binding characteristics into granules and mixing the granules with the clay. This type of mud yields heat resistant and refractory products with low water absorption capacities and ultrahigh levels of strength. Bilecik clay is used for floor tiles. The products produced during this study are ceramic structure samples prepared with basalt, which is a member of eruptive rocks group. The basalt material is obtained from the region and chemical composition of basalt given in Picture 1 and Table 1 respectively.

Picture 1. Location of Sinop (Boyabat) Basalt

Table 1. Chemical Composition (wt %)of Sinop (Boyabat) Basalt

Elementler (%)	Bazalt
SiO_2	46.85
TiO_2	1.35
Al_2O_3	17.41
Fe_2O_3	7.62
MnO	0.3
MgO	7.54
CaO	9.34
Na_2O	1.05
K_2O	0.9
P_2O_5	0.14
LOI	7.3

2.2. Methodology

The selected rocks were broken into small pieces the biggest of which is 10mm, grinded in agate mortar and sifted through a 90 µm sifter. Red mud, fire clay and ironstone china mud materials were mixed with basalt in proportions of 5%, 15% and 20%. Proportion of basalt material was determined based on plasticity of the mud. The basalt material was homogenously mixed inside the mud by hand and the mixtures were pressed inside plaster molds using plastic mallet. Embodied structures were dried and then cooked in a biscuit firing atmospheric environment in 1200°C for 8 hours. Changes in colors and textures of the fired samples were analyzed. The basalt material was mixed with porcelain tile structure in proportions of 1%, 3% and 5% by weight. Being pressed under 100 bars and in the size of 5x10 cm, the products were fired at a rotary furnace in 1200°C for 46 minutes. The results were reported in consideration of additional agents and after exposing only fired porcelain tile samples to water absorption, diminishing and 3-point resistance tests.

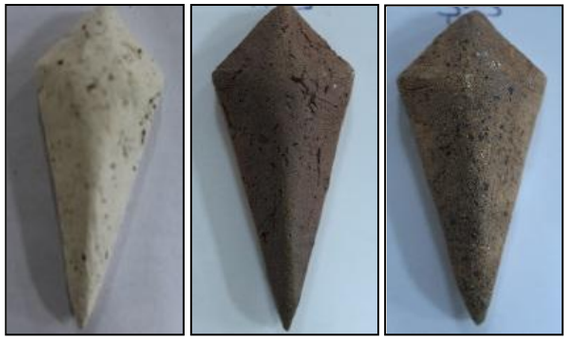
3. CONCLUSIONS AND EVALUATION

3.1. Basalt Contribution

The appearance effects of products were investigated after fired. The appearance of the basalt-added ceramic bodies after firing at 1200 ° C for 8 h are given in Picture 2, Picture 3, Picture 4 of 1%, 3% and 5% by weight respectively.

China mud Red mud Fire clay

Picture 2. 5 % The Bodies of Basalt Contribution



China mud Red mud Fire clay

Picture 3. 15 % The Bodies of Basalt Contribution

China mud Red mud Fire clay

Picture 4. 20 % The Bodies of Basalt Contribution

The effects on the material appearance of the increase in additive addition can be clearly observed. Basalt, which is added to the body, gives a dark color appearance to the ceramic structures obtained due to the iron oxide. The appearance of fast fired porcelain tile structure obtained after firing with industrial condition produced at 1200°C for 46 minutes is given in Picture 5 of 1%, 3% and 5% by weight respectively.

Picture 5. 20 % The bodies of Basalt Contribution of 1%, 3% and 5% by weight respectively.

3.2. The Results of Total Shrinkage, Water Absorption and Bending Strength

Water absorption capacity, total shrinkage and bending strength of fired porcelain stonware samples were measured (Table 2). According to these results, water absorption is negligible for porcelain stonware samples.

Table 2. Physical and Mechanical characterization data for the different samples

Samples	**Water absorption (%)**	**Total shrinkage (%)**	**3-pt bending strength (kg/cm^2)**
1 % Basalt-added Porcelain stoneware	0.01	7.54	582.2
3 %% Basalt-added Porcelain stoneware	0.03	7.69	607.7
5 % Basalt-added Porcelain stoneware	0.01	7.48	645.7

This can be explained by the fact that as the contribution ratios of the non-plastic material additives increase, the amount of the constituent water decreases and the fired shrinkage content is also low.

4. GENERAL EVALUATION AND RESULTS

As a large ground reservoir, basalt is an easily available and economical alternative raw material. This study analyzes physical and visual characteristics of structures prepared with basalt and ceramic mud after the cooking process. The results

obtained through the study reveal that ironstone china-, red mud- and fire clay-reinforced ceramic structures are usable in artistic applications and these materials create added values for ceramic structures with different texture and colors. In addition, basalt-reinforced porcelain tiles yielded more favorable results in terms of water absorption and strength values compared to conventional porcelain tiles produced by the ceramic industry. However, as a result of iron oxide content of basalt materials, the color of last products obtained in this study was darker than the one expected by industrial demanded. For this reason, it is recommended for the following researches to focus on improving color quality of products.

ACKNOWLEDGEMENT

We would like to thank the BIEN Ceramics Plant for their valuable contribution to the work of this study.

REFERENCES

[1] Topateş, G., Üstündağ, C.B., Özay, Ö., Yıldız, M., Balba, A. (2005). Çan Termik Santral Uçucu Külünün Seramik Sırlarında Kullanımı. III. Uluslararası Katılımlı Seramik Cam Emaye, Sır ve Boya Semineri, 593–597.

[2] Şölenay, E., Çetiz, H. (2005). Kromit Cevheri İşleme Atığının 1200°C'de Stoneware Sır Bünyelerinde Değerlendirilmesi. III. Uluslararası Katılımlı Seramik Cam Emaye, Sır ve Boya Semineri, 720–726.

[3] Kılınç Mirdalı, N., Çetin, S. (2005). Mersin Kromsan Fabrikası Atığının Sır Altı Dekorasyonunda Kullanımı. III. Uluslararası Katılımlı Seramik Cam Emaye, Sır ve Boya Semineri, 693–698.

[4] Yılmaz, Ş., Toplan, H. (2004). Uçucu Kül Esaslı Sırlar ve Endüstriyel Uygulamaları. Seramik Türkiye Dergisi, 151–154.

[5] Karasu B., Ertorul, U., Özgüneşli, G. (2004). Kobalt ve Bakır İçeriği Açısından Zenginleştirme İşlemine Tabi Tutulmuş Bakır İzabe Cüruflarının Çini Dekorlarında Renklendirici Olarak Değerlendirilmesi. Seramik Türkiye Dergisi, Türk Seramik Federasyonu, .62–65.

[6] Karasu, B, Gerede, E. (2002). Firitleştirilmiş Borax Konsantre Atığının Yer Karosu Sırlarının Özelliklerine Etkisi. I. Uluslararası Bor Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 198–201.

[7] Karasu, B., Kaya, G., Kozulu, R. (2002). Konsantre Boraks Atığının Duvar Karosu Sırlarında Feldspat Yerine Kullanımı. I. Uluslararası Bor Sempozyumu Bildiriler Kitabı,193–197.

[8] Genç, S., Başkıran, H., Elmalı, N. (2002). Eti Bor Kırka Bor İşletmesinde Üretilen Konsantre Tinkal, Elek Üstü ve Kil Pestili Atıklarının Kırmızı Pişen Bünyelerde Sır İçinde Kullanımının Araştırılması. II. Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu, Eskişehir, 242–247.

[9] Ay, N., Çakı, M. (1991). Baca Tozlarının Sırların Renklendirilmesinde Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Uluslararası Seramik Kongresi Bildiriler Kitabı, Türk Seramik Derneği Yayınları, 241–249.

[10] Olgun, A., Erdoğan, Y., Ayhan, Y., Zeybek, B. 2005. Development of Ceramic Tiles From Coal Fly Ash and Tincal Ore Waste. *Ceramics International*, *31* (1) http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272884204003141.

[11] Oyman, R., Özkan, İ. (2005). Salihli Sart Maden İşletmelerindeki Atık Kilin Yer Karosunda Kullanılabilirliğinin Araştırılması. III. Uluslararası Katılımlı Seramik Cam Emaye, Sır ve Boya Semineri, 598–606.

[12] Kıpçak, İ., Özdemir, M. (2005). Bor Endüstrisi Atıklarından Boraks Şlamının Duvar Karosu Üretiminde Kullanılabilirliğinin Araştırılması. III. Uluslararası Katılımlı Seramik Cam Emaye, Sır ve Boya Semineri, Eskişehir, 607–614.

[13] Kaya, G., Çakı, M. 2004. Albit Flotasyon Atıklarının Stoneware ve Porselen Bünyelerin Özelliklerine ve Mikroyapılarına Etkileri. Seramik Federasyonu Dergisi, 79–85.

[14] Park, Y.J., Heo, J. (2002). Nucleation and Crystallization Kinetics of Glass Derived From Incinerator Fly Ash Waste. *Ceramics International, 28,* (6) http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272884202000263.

[15] Pisciella, P., Crisucci, S., Karamanov, A., Pelino, M. (2001). Chemical Durability of Glasses Obtained by Vitrification of Industrial Wastes. *Waste Management, 21* (1) http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X00000775.

[16] Ferraris, M., Salvo, M., Smeacetto, F., Augier, L., Barbieri, L., Corradi, A., Lancelotti, I. (2001). Glass Matrix Composites from Solid Waste Materials. *Journal of the Eurpean Ceramic Society 21* (4) http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0955221900002363.

[17] Tanoğlu, M., Kara, H., Öveçoğlu, M.L. (1992). Çeşitli Hammadde Katkılı Demir-Çelik Cüruflarından Geliştirilen Cam Seramikler-I: Doğal Kromit Katkılı Cüruf

Bazlı Cam Seramiklerin Karakterizasyonu. Uluslararası Seramik Kongresi Bildiriler Kitabı, Türk Seramik Derneği Yayınları 127–137.

[18] Pelino, M. (2000) .Recycling of Zinc Hydrometallurgy Wastes in Glass and Glass Ceramic Materials. *Waste Menagement, 20* (7) http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X00000027

[19] Erol, M., Genç, A., Öveçoğlu, M., L., Yücelen, E., Küçükbayrak, S., Taptık, Y., Characterization of a Glass Ceramic Produced From Thermal Power Plant Fly Ashes. Journal of the European Ceramic Society 20, 2000.

[20] Güder Ü., Seramik Heykellerde Karışık Malzeme Olarak Metalin Kullanımı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi S.B.E Seramik Ana Sanat Dalı, Çanakkale, 2008.

[21] Bosworth J., Ceramic with Mixed Media, London, 2006.

[22] Shino K., Ceramics: Art and Perception dergisi, 2007.

[23] Heierli Zsuzsa Füzesi, Neue Keramık Dergisi, 2004.

[24] Cetin S., Marangoni M., Bernardo E. (2015). Lightweight glass–ceramic tiles from the sintering of mining tailings, *Ceramics International 41* (4) http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272884214019701.

[25] Ergül Sibel**,** Mustafa Akyıldız. (2003) .Bazaltik tüflerin boyut ve biçimlerinin seramik çamur reolojisine etkilerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi F.B.E Jeoloji Mühendisliği, Adana.

BOYABAT (SİNOP) BAZALTININ SERAMİK ÇAMURUNDAKİ ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Suna ÇETİN , Mert TOPÇU

Çukurova Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik Bölümü,
Adana / TÜRKİYE

ÖZET

Geleneksel seramik bazlı malzemelerin heterojen olması onları pek çok atıkla son üründe küçük fedakârlıklar göz önüne alınarak karışmasına uyumlu hale getirir. Bu yüzden karo ve tuğla yapımında endüstriyel atık ile seramik hammaddeyi birleştirmek yaygınlaşmıştır. Doğal kaynakların gittikçe azalması bazı endüstriyel atıkların değerlendirilmesinde ve bunların doğal hammaddelere alternatif olmasında yeni fikirler ortaya atmaktadır. Bu çalışmada amaç; volkanik bir kayaç olan bazaltın kil bazlı çeşitli seramik çamurları ile karıştırılıp, fırında sinterlenmesi sonucu farklı özellikte elde edilebileceği düşünülen seramik bünyeleri araştırmaktır.

Anahtar Kelimeler: Seramik bünye, karo, bazalt

1.GİRİŞ

Birçok endüstri kuruluşlarında olduğu gibi seramik endüstrisinde de çeşitli endüstri kollarının atık ve yan ürünlerinin seramik sırları [1-9], seramik bünyeleri, [10-13] cam [14-16] ve cam-seramiklerde [17-19] kullanımı çevre problemiyle birlikte, azalan hammadde kaynaklarından dolayı son yıllarda araştırmacıların ilgisini çekmektedir.

Plastik sanatlarda, farklı malzeme kullanımı oldukça yaygındır. Günümüzde sanat dalları sadece kendi disiplinleri içerisinde değil, farklı birçok sanat dalları ile birlikte çalışabilmektedir. Sanatçılar malzeme olarak sonsuz çeşitlilikte farklı malzemeyi sanatsal üretimlerinde kullanmaktadırlar. Seramik çamuruna kağıt, ahşap, plastik, kül, metal parçaları [20], pişmiş seramik (şamot), renk veren oksitler [21] ve pigmentler [22-23] gibi farklı bir çok katkı malzemesi ilave edilmektedir.

Bazalt, demirce zengin cam ve cam seramikler için ana hammaddedir. Farklı boyut ve kristallerden oluşan malzemelerin üretimine düşük sıcaklıkta ve kısa sürede imkan sağlayan bazalt düşük viskoziteli olarak tanımlanır [24].

Doğu Akdeniz Bölge bazaltının seramik endüstrisi için dökümle şekillendirmeye uygun akışkanlıkta seramik çamurlarının araştırılmasında kullanımı [25] önceki çalışmalarda görülmektedir. Mevcut çalışmada ise Orta Karadeniz Bölgesi bazaltının farklı seramik bünyelerde kullanılarak, fiziksel veya kimyasal değişimleri ile kazandıkları doku ve renk değişimleri incelenmiştir. Bununla birlikte endüstriyel ortamda belirlenen oranlarda yer karosu massesine ilave edilen bazaltın etkileri incelenmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

Çalışmada dört farklı bünye, akçini çamuru, kırmızı çamur, şamotlu çamur ve bilecik bölge kili kullanılmıştır. Akçini çamuru endüstriyel olarak kullanılan toz halde hazırlanan, kırığı beyaz, gözenekli bir yapıdadır. Bu çamurun ana hammaddelerini, beyaz ve sarı renkte bağlayıcı özelliği yüksek killer oluşturmaktadır. Çömlekçi çamuru olarak da bilinen kırmızı çamur, yüksek oranda demir cevheri içeren bağlayıcı killerden oluşur. Bu malzeme yüksek ısıya dayanıklı değildir. Şamotlu çamur ise, bağlayıcı özelliğini kaybedinceye kadar pişirilmiş seramiğin granül hale getirilip kil ile karıştırılması sonrası elde edilmektedir. Bu çamur yüksek ısıya dayanıklı refrakter özellikli, su emmesi düşük ve mukavemeti çok yüksek ürünler verir. Bilecik kili yer karosu üretimi için kullanılmıştır. Çalışmada, püskürük kayaç grubundan bazalt ile seramik bünye örnekleri hazırlanmıştır. Kullanılan bazaltın alındığı bölge ve kimyasal kompozisyonu Görsel 1 ve Çizelge1`de verilmiştir.

Görsel 1. Sinop (Boyabat) Bazaltı Bölge Fotoğrafı

Çizelge 1. Sinop (Boyabat) Bazaltının Kimyasal Analizi

Elementler (%)	Bazalt
SiO_2	46.85
TiO_2	1.35
Al_2O_3	17.41
Fe_2O_3	7.62
MnO	0.3
MgO	7.54
CaO	9.34
Na_2O	1.05
K_2O	0.9
P_2O_5	0.14
LOI	7.3

2.2. Metod

Bu çalışmada seçilen kayacın en büyük parçası 10mm tane iriliğinde olacak şekilde kırılıp, agad havanda öğütlerek 90 µm elekten geçirilerek kullanılmıştır. Kırmızı çamur, şamotlu çamur ve akçini çamurlarına katkı malzemesi olarak kullanılan bazalt ağırlıkça %5, %15 ve %20 oranlarında karıştırılmıştır. Bazaltın karışım oranı, çamurun plastikliğini koruması esas alınarak belirlenmiştir. Bazalt, çamur bünye içerisine homojen olacak şekilde elle karıştırılmış, bu karışımlar alçı kalıp kullanılarak plastik tokmak ile preslenmiştir. Şekillendirilen bünyeler kurutulduktan sonra, bisküvi pişirimi atmosferik ortamda 1200°C`de 8 saat süre ile gerçekleştirilmiştir. Fırınlanan örneklerin doku ve renk değişimleri incelenmiştir. Porselen karo bünyeye katkı malzemesi olarak bazalt ağırlıkça %1, %3 ve % 5 oranlarında karıştırılmıştır.100 bar basınçta ve 5x10 cm ebatlarında şekillendirilen ürünler 1200°C`de 46 dakikada roller fırında fırınlanmıştır. Çalışmada sadece fırınlanan porselen karo örnekleri, su emme, küçülme ve 3 nokta mukavemet testlerine tabi tutularak katkı ilavelerine bağlı olarak sonuçları raporlanmıştır.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. Bazalt Katkısı

Pişirim sonrası bazalt katkılı akçini çamuru, kırmızı çamur, şamotlu çamur ile hazırlanan ürünlerin görsel etkileri incelenmiştir. Bazalt katkılı seramik bünyelerin 1200 °C`de 8 saat süre ile pişirimi sonrası elde edilen bünye görünümleri ağırlıkça %5, %15 ve %20 bazalt ilavesi olacak şekilde sırasıyla Görsel 2, Görsel 3, Görsel 4`de verilmektedir.

Akçini çamuru Kırmızı çamur Şamotlu çamur

Görsel 2 %5 Bazalt Katkılı Bünyeler

Akçini çamuru Kırmızı çamur Şamotlu çamur

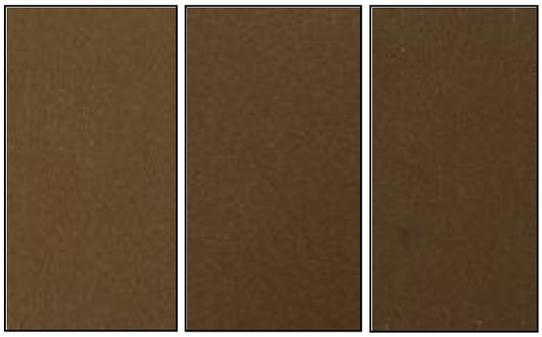
Görsel 3 %15 Bazalt Katkılı Bünyeler

Akçini çamuru Kırmızı çamur Şamotlu çamur

Görsel 4 %20 Bazalt Katkılı Bünyeler

Katkı ilavesinin artışının malzeme görünümleri üzerine etkileri net bir şekilde gözlemlenebilmektedir. Bünyeye ilave edilen bazalt, içeriğindeki demiroksit sebebiyle elde edilen seramik bünyelere koyu renk görünümü kazandırmıştır.

Endüstriyel ölçekte üretilen 1200°C`de 46 dakika ile pişirimi sonrası elde edilen hızlı pişirim porselen karo bünye görünümleri ağırlıkça %1, %3 ve % 5 bazalt ilavesi olacak şekilde Görsel 5`de verilmektedir.



Görsel 5 %1, %3 ve % 5 Bazalt Katkılı Bünyeler

3.2. Toplam Küçülme, Su Emme ve Mukavemet Testi Sonuçları

Endüstriyel ölçekte üretilen hızlı pişirim porselen karolarına; toplam küçülme, su emme ve mukavemet testleri yapılmıştır. Deneyler sonucu elde edilen değerler Çizelge 2'de verilmektedir. Bu sonuçlara göre bazalt katkılı bünyeler sıfıra yakın su emme değerleri vermiştir.

Çizelge 2. Hızlı Pişirim Porselen Karolarının Toplam Küçülme, Su emme ve Mukavemet değerleri

Seramik Bünyeler	**Su Emme (%)**	**Toplam Küçülme (%)**	**3 nokta Mukavemet (kg/cm^2)**
% 1 Bazalt Katkılı Porselen Karo	0.01	7.54	582.2
%3 Bazalt Katkılı Porselen Karo	0.03	7.69	607.7
%5 Bazalt Katkılı Porselen Karo	0.01	7.48	645.7

Bu durum özsüz katkı ilavelerinin katkı oranları arttıkça buna bağlı bünye su miktarlarının azalması ve pişme küçülmesinin de düşük olması ile açıklanabilir. Diğer taraftan, bazalt katkısı ile bünyelerdeki camsı fazın artmasından dolayı bünyelerde vitrifikasyon derecesinde iyileşme gerçekleşmiş, pişme küçülmesi ve mukavemet değerlerinde artış gözlenmiştir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Geniş yerüstü rezervine sahip bazalt, doğada elde edilmesi kolay ve ekonomik alternatif hammadde kaynağıdır. Yapılan çalışmada, kullanılan bazaltın seramik

çamuru ile hazırlanan bünyelerin pişirim sonrası fiziksel ve görsel özellikleri araştırılmıştır. Araştırma sonucu ulaşılan sonuçlar atölye şartlarında yapılan bu katkı ilaveli karışımlarla elde edilen akçini, kırmızı ve şamot katkılı seramik bünyelerin sanatsal uygulamalarda kullanılabilir olduğunu göstermiş ve seramik bünyelere farklı doku ve renk olarak değer katmıştır. Diğer taraftan bazalt katkılı porselen karoların su emme ve mukavemet değerleri seramik sektöründe üretilen porselen karolara göre daha olumlu sonuçlar vermiştir. Ancak bazaltın içeriğindeki demir oksitten dolayı, çalışmada üretilen porselen karoların rengi sektörün talep ettiği renkten daha koyudur. Bu nedenle yapılacak yeni araştırmalarla, renk kalitesini arttırmaya dönük çalışmanın yapılması önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada endüstriyel ortamda çalışma imkanı sağlayan BİEN Seramik Fabrikası çalışanlarına değerli katkıları için teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

[1] Topateş, G., Üstündağ, C.B., Özay, Ö., Yıldız, M., Balba, A. (2005). Çan Termik Santral Uçucu Külünün Seramik Sırlarında Kullanımı. III. Uluslararası Katılımlı Seramik Cam Emaye, Sır ve Boya Semineri, 593–597.

[2] Şölenay, E., Çetiz, H. (2005). Kromit Cevheri İşleme Atığının 1200ºC'de Stoneware Sır Bünyelerinde Değerlendirilmesi. III. Uluslararası Katılımlı Seramik Cam Emaye, Sır ve Boya Semineri, 720–726.

[3] Kılınç Mirdalı, N., Çetin, S. (2005). Mersin Kromsan Fabrikası Atığının Sır Altı Dekorasyonunda Kullanımı. III. Uluslararası Katılımlı Seramik Cam Emaye, Sır ve Boya Semineri, 693–698.

[4] Yılmaz, Ş., Toplan, H. (2004). Uçucu Kül Esaslı Sırlar ve Endüstriyel Uygulamaları. Seramik Türkiye Dergisi, 151–154.

[5] Karasu B., Ertorul, U., Özgüneşli, G. (2004). Kobalt ve Bakır İçeriği Açısından Zenginleştirme İşlemine Tabi Tutulmuş Bakır İzabe Cüruflarının Çini Dekorlarında Renklendirici Olarak Değerlendirilmesi. Seramik Türkiye Dergisi, Türk Seramik Federasyonu, .62–65.

[6] Karasu, B, Gerede, E. (2002). Firitleştirilmiş Borax Konsantre Atığının Yer Karosu Sırlarının Özelliklerine Etkisi. I. Uluslararası Bor Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 198–201.

[7] Karasu, B., Kaya, G., Kozulu, R. (2002). Konsantre Boraks Atığının Duvar Karosu Sırlarında Feldspat Yerine Kullanımı. I. Uluslararası Bor Sempozyumu Bildiriler Kitabı,193–197.

[8] Genç, S., Başkıran, H., Elmalı, N. (2002). Eti Bor Kırka Bor İşletmesinde Üretilen Konsantre Tinkal, Elek Üstü ve Kil Pestili Atıklarının Kırmızı Pişen Bünyelerde Sır İçinde Kullanımının Araştırılması. II. Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu, Eskişehir, 242–247.

[9] Ay, N., Çakı, M. (1991). Baca Tozlarının Sırların Renklendirilmesinde Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Uluslararası Seramik Kongresi Bildiriler Kitabı, Türk Seramik Derneği Yayınları, 241–249.

[10] Olgun, A., Erdoğan, Y., Ayhan, Y., Zeybek, B. 2005. Development of Ceramic Tiles From Coal Fly Ash and Tincal Ore Waste. *Ceramics International*, *31* (1) http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272884204003141.

[11] Oyman, R., Özkan, İ. (2005). Salihli Sart Maden İşletmelerindeki Atık Kilin Yer Karosunda Kullanılabilirliğinin Araştırılması. III. Uluslararası Katılımlı Seramik Cam Emaye, Sır ve Boya Semineri, 598–606.

[12] Kıpçak, İ., Özdemir, M. (2005). Bor Endüstrisi Atıklarından Boraks Şlamının Duvar Karosu Üretiminde Kullanılabilirliğinin Araştırılması. III. Uluslararası Katılımlı Seramik Cam Emaye, Sır ve Boya Semineri, Eskişehir, 607–614.

[13] Kaya, G., Çakı, M. 2004. Albit Flotasyon Atıklarının Stoneware ve Porselen Bünyelerin Özelliklerine ve Mikroyapılarına Etkileri. Seramik Federasyonu Dergisi, 79–85.

[14] Park, Y.J., Heo, J. (2002). Nucleation and Crystallization Kinetics of Glass Derived From Incinerator Fly Ash Waste. *Ceramics International, 28,* (6) http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272884202000263.

[15] Pisciella, P., Crisucci, S., Karamanov, A., Pelino, M. (2001). Chemical Durability of Glasses Obtained by Vitrification of Industrial Wastes. *Waste Management, 21* (1) http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X00000775.

[16] Ferraris, M., Salvo, M., Smeacetto, F., Augier, L., Barbieri, L., Corradi, A., Lancelotti, I. (2001). Glass Matrix Composites from Solid Waste Materials. *Journal of the Eurpean Ceramic Society 21* (4) http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0955221900002363.

[17] Tanoğlu, M., Kara, H., Öveçoğlu, M.L. (1992). Çeşitli Hammadde Katkılı Demir-Çelik Cüruflarından Geliştirilen Cam Seramikler-I: Doğal Kromit Katkılı Cüruf Bazlı Cam Seramiklerin Karakterizasyonu. Uluslararası Seramik Kongresi Bildiriler Kitabı, Türk Seramik Derneği Yayınları 127–137.

[18] Pelino, M. (2000) .Recycling of Zinc Hydrometallurgy Wastes in Glass and Glass Ceramic Materials. *Waste Menagement, 20* (7) http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X00000027

[19] Erol, M., Genç, A., Öveçoğlu, M., L., Yücelen, E., Küçükbayrak, S., Taptık, Y., Characterization of a Glass Ceramic Produced From Thermal Power Plant Fly Ashes. Journal of the European Ceramic Society 20, 2000.

[20] Güder Ü., Seramik Heykellerde Karışık Malzeme Olarak Metalin Kullanımı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi S.B.E Seramik Ana Sanat Dalı, Çanakkale, 2008.

[21] Bosworth J., Ceramic with Mixed Media, London, 2006.

[22] Shino K., Ceramics: Art and Perception dergisi, 2007.

[23] Heierli Zsuzsa Füzesi, Neue Keramık Dergisi, 2004.

[24] Cetin S., Marangoni M., Bernardo E. (2015). Lightweight glass–ceramic tiles from the sintering of mining tailings, *Ceramics International 41* (4) http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272884214019701.

[25] Ergül Sibel**,** Mustafa Akyıldız. (2003) .Bazaltik tüflerin boyut ve biçimlerinin seramik çamur reolojisine etkilerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi F.B.E Jeoloji Mühendisliği, Adana.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF CEMENT RAW MIX WASTE DUST ON THE PORCELAIN TILE PROPERTIES

Tuna AYDIN[1], Cigdem PAKSOY[1]

[1] Kirikkale University, Engineering Faculty,
Metallurgy and Material Engineering Department
Kirikkale / TURKEY

Abstract

Nowadays, the recycling of industrial waste is one of the priority issues. The studies releated with recycling in order to reduce the negative effects of waste on the environment is increasingly important. Cement raw mix contains silicate, alumina, iron oxide and limestone in cement production. Raw mixed contains SiO_2, Al_2O_3, CaO, Fe_2O_3, MgO, Na_2O and K_2O in higher ratio. The high presence of these oxides in the raw mix powder makes raw powder an alternative source of raw material for porcelain tile compsitions. In this study, raw mix dust was used instead of sodium feldspar in a standard porcelain tile composition, in ratio of 1%, 5%, 10% and 15% by weight. The specimens formed in hydraulic presses under laboratory conditions were sintered at 1210 °C. The technological properties of prepared samples such as bending strength, firing shrinkage, water absorption and porosity were investigated. Within the scope of this study, it has been determined that the body containing 1% of the raw mix powder was improved its physical and mechanical properties compared to the standard body.

Keywords: Raw mix, porcelain tile, recycling, porosity,

1. INTRODUCTION

Cement is mainly a hydraulic binder construction material obtained by a mixture of natural limestone stones and clay after being heated at high temperature and then milling [1]. The raw materials used for the main components of cement (CaO, SiO2, Al2O3 and Fe2O3) have to be subjected to preliminary physical processes such as crushing, sieving and grinding in order to be able to take into cement production process [2]. During these operations there is also high-level dust that can cause environmental and health problems. Powder holders such as dust chambers, cyclone, multi cyclone, bag filter and electro-filter are used to hold these powders that are produced in cement production. The cement industry has achieved a 99% yield of dust holding systems [2]. However, a sufficient study on the recycling of these

retained dusts has not been done today. The crude mixture obtained by grinding the raw materials is called "Raw mix". This raw mix contains higher amount of SiO_2, Al_2O_3, CaO, Fe_2O_3, MgO, Na_2O and K_2O. The high presence of these oxides makes the raw mix powder an alternative source of raw material for porcelain tile production. In this work, it is aimed to provide recycling of these waste dusts which may have a negative effect on both the environment and human health. For this purpose, the waste raw mix dust was used instead of sodium feldspar used in standard body in ratio of 1%, 5%, 10% and 15%.

2. MATERIALS and METHODS

The waste raw mix was used instead of sodium feldspar (15% by weight max) over a standard porcelain tile recipe which was produced using clay, kaolin, and sodium feldspar and quartz raw materials. Test weights were calculated from 750 grams. The raw materials were milled (60% solids) at ball mill up to 1% below sieve for 63µm. After that, slip was dried in an oven. The powder was moistened by 6.5-7% and granulated ready for pressing. The masse was formed with a single axis dry press at a pressure of 450 kg / cm^2 and a size of 50 mm x 100 mm. The green bodies were dried in an oven at 110 ºC. The green bodies were sintered at 1210 ºC under the laboratory conditions. Samples analyses (mechanical, chemical and characterisation) were also conducted under the laboratory conditions. The technological properties of samples, such as water absorption, porosity, firing shrinkage, were determined at Kirikkale University Metallurgical and Materials Engineering Department Ceramic process laboratory. Chemical analyses of raw materials, sintering behavior, analyses of phase and microstructure were investigated at Ceramic Research Centre. Strength tests of the samples were carried out in Kale Ceramic R & D centre laboratories.

3. RESULT and DISCUSSION

3.1. Chemical analysis (XRF)

The chemical analyses of raw materials are given in Table 1. It was determined that the waste raw mix powder contains large amount of SiO_2, Al_2O_3 and CaO.

Table 1. The chemical analyses of raw materials (Lol: loss of ignition)

Raw materials	Lol.	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	Na_2O	K_2O
Kaolin	10.000	65.000	23.000	0.500	0.500	0.200	0.150	0.200	0.300
Na feldspar	0.500	71.100	17.400	0.050	0.240	0.600	0.100	9.360	0.340
Quartz	0.430	97.640	0.730	0.180	0.030	0.100	0.010	0.010	0.470
Clay	8.500	59.000	25.000	1.000	1.500	0.600	0.700	0.600	2.700
The waste raw mix	35.11	13.51	3.46	1.87	0.35	43.62	0.98	0.08	0.6

3.2. Technological properties

The technological properties of samples are given in Table 2. As seen on Table 2, CFT3 and CFT4 were not sintered at 1210 °C. It is also seen that the total porosity of the samples is increased compared to the standard one with addition of waste raw mix. This has led to decrease in bulk density. The main factor in this decrease in bulk density is that the waste raw mix contains high amount of $CaCO_3$. $CaCO_3$ is decomposed to CaO and $CO_{2(g)}$ at about between 800 -900 °C. Porosity is formed in the structure as a result of this reaction [3]. Firing shrinkage values decreased with the addition of waste raw mix. The bending strength of CFT1 body increased compared with standard body. Since the CFT3 and CFT4 bodies are not fully sintered samples, the strength values are measured very low. The increase in strength in CFT1body can be explained by the increase in total crystal amount [4]. As can be seen from the XRD graphs, the presence of the anorthite phase in the bodies was determined along with the addition of the waste raw mix. This situation has increased the strength in the presence of a second phase additive effect [5]. Despite the formation of a higher anorthite in the CFT2 sample, the reason of the slight decrease in bending strength is also explained by the decrease in bulk density.

Table 2. The technological properties of samples

Samples	Bulk density gr/cm^3	Porosity (%)			Water absorption (%)	Firing shrinkage (%)	Bending strength (kg/cm^2)
		Open	Closed	Total			
STD	2.443	0.044	0.646	0.691	0.018	7.38	510
CFT1	2.439	0.107	0.725	0.832	0.043	6.76	559
CFT2	2.316	0.161	7.530	7.691	0.069	5.44	499.8
CFT3	2.011	11.85	8.943	20.793	5.895	2.253	324.26
CFT4	1.821	28.4	1.26	29.680	15.608	0.290	212.3

3.3. XRD analysis

The results of X-ray diffraction analysis for determining the phases in the structures are given in Figure 1. As can be seen in Figure 1, Quartz, mullite crystals and glassy phase were determined for standard body. The mullite and quartz phases together with the anorthite phase were also observed in the investigated bodies. Quartz and high amounts of anorthite phase were detected in the CFT3 and CFT4 bodies, but the mullite phase could not be detected.

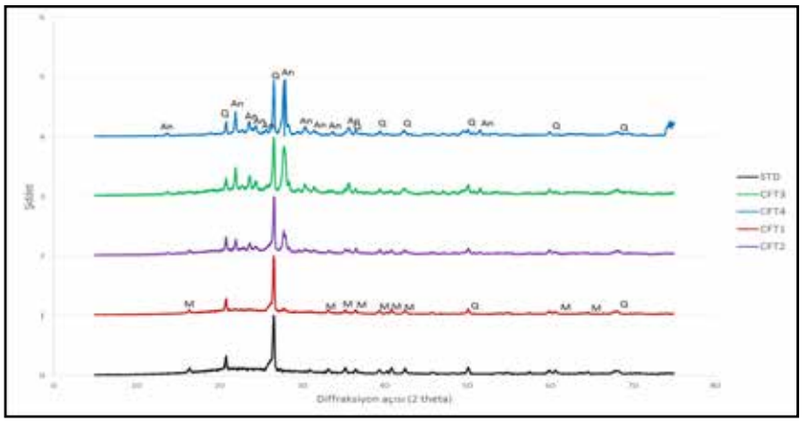


Figure 1. X-ray diffraction analysis of bodies

3.4. Sintering behavior

Sintering behaviours of samples containing cement raw mix dust in different ratios were investigated by using non-contact optical dilatometer, which was performed to observe the structural changes, phase formations and phase transformations during the firing process. As seen on Figure 2, standard body started to sinter at 989 °C. Flex temperature which shows highest sintering rate was determined as 1201°C. The sintering starting temperature of CFT1 body was 989 °C. The flex temperature was 1200 °C. It has been determined that the CFT1 body is slightly slower sintered compared to the standard body. The formation of anorthite crystals is thought to slow down sintering a little. CFT2 body with higher cement raw mix content began to sinter at 977 °C. However, flex temperature which is highest sintering rate was determined as 1204°C. As can be seen in Figure 3, it was found that the sintering slowed down with the addition of cement raw mix dust. CFT3 and CFT4 bodies were found not to be sintered.

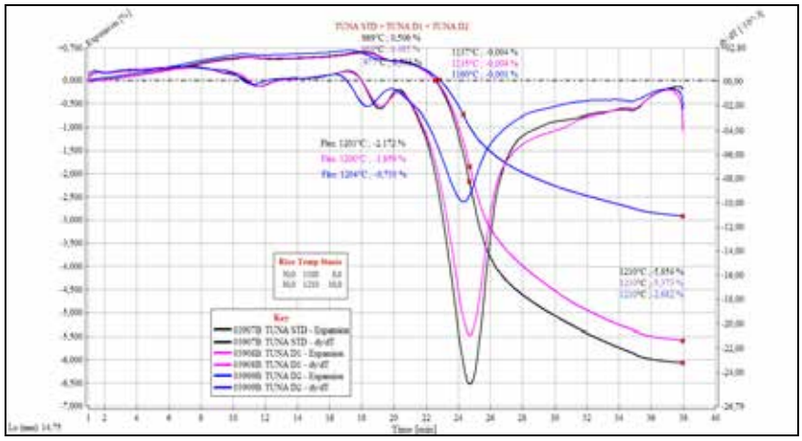


Figure 2. Non-contact optical dilatometric sintering curves of STD, D1 and D2 bodies

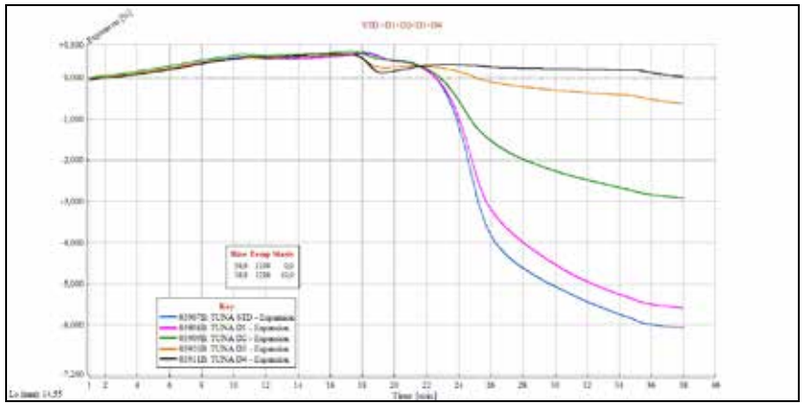


Figure 3. Non-contact optical dilatometric sintering curves of STD, D1, D2, D3 and D3 bodies

3.5. Mikrostructure

In order to investigate the effects of cement raw mix dust on microstructure, fractured surfaces of the bodies were immersed in 5% HF acid solution for about 45 seconds. Sample surfaces are coated with Au-Pd after the etching process. Microstructure images of the bodies are given in Figure 4, Figure 5, Figure 6, Figure 7 and Figure 8. When the micrographs obtained using the secondary electrons of the standard body is examined, quartz, primary mullite and secondary mullite crystals are seen as embedded in glassy phase. Secondary mullite crystals are characterized as needle like shape. The mullite crystals formed in the clay residue are the primary mullite crystals [6]. Secondary mullite crystals are formed by the dissolution and recrystallization of the alumina silicate phases in the liquid phase and the anisotropic growth of the primary mullite crystals. The small number of spherical pores seen in Figure 1 show a regularly developing liquid phase during sintering [7].

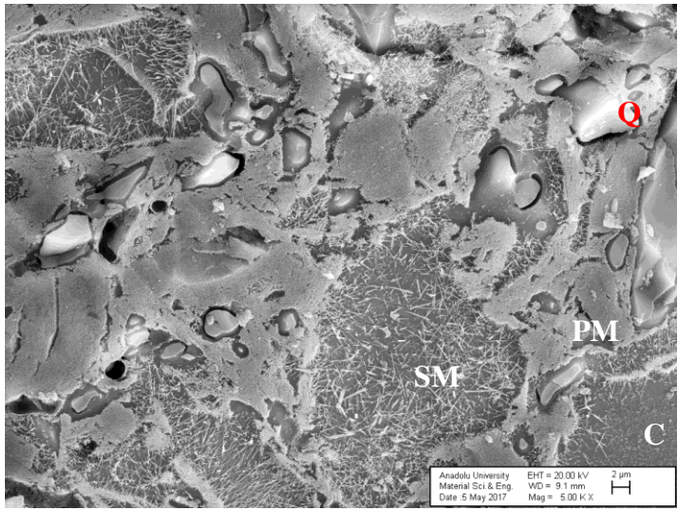


Figure 4. Micrograph of STD body, Q: quartz, C: glassy phase, BM: primary mullite, SM: secondary mullite

Figure 5 is micrograph of CFT1 obtained by using secondary electrons. Quartz, primary mullite and secondary mullite crystals are also observed in the CFT1 as embedded in the glassy phase as found in the standard one. Anorthite phases were detected as shown in the XRD analysis with the addition of the cement raw mix dust in CFT1 body. It has been determined that the porosity increases slightly compared to the standard body. This increase in porosity resulted from the calcination of $CaCO_3$.

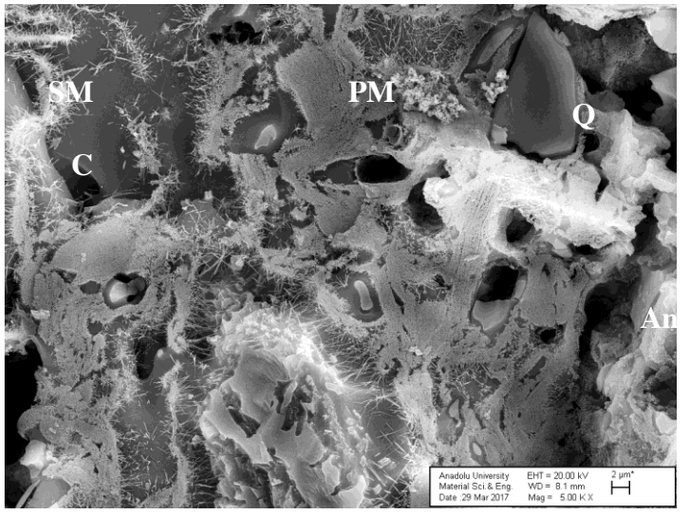


Figure 5. Micrograph of CFT1 body, Q: quartz, C: glassy phase, BM: primary mullite, SM: secondary mullite, An: anorthite

Micrograph of CFT2 is given in Figure 6. It is also seen from micrograph that the high amount of anorthite crystals was formed with the addition of higher amount of cement raw mix dust. It is also seen that secondary mullite crystals were detected.

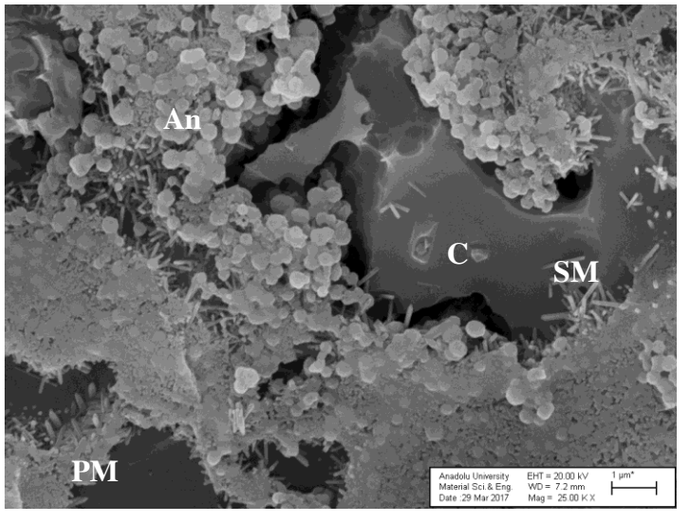


Figure 6. Micrograph of CFT2 body, Q: quartz, C: glassy phase, BM: primary mullite, SM: secondary mullite, An: anorthite

Micrograph of CFT3 is given in Figure 7. It is also seen from micrograph that the high amount of anorthite crystals was formed with the addition of higher amount of cement raw mix dust. As can be seen in Figure 7, the calcination of $CaCO_3$ and incomplete sintering are also resulted in high porosity in microstructure. This confirms the high porosity and low strength values of the technological properties.

.

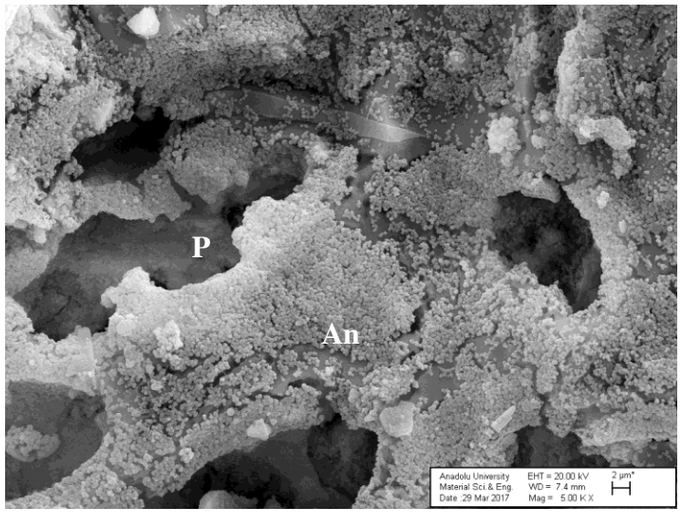


Figure 7. Micrograph of CFT3 body, P: pore, An: anorthite

Micrograph of CFT4 is given in Figure 8. As detected by the XRD analysis and the sintering analysis, it is clearly seen from micrograph that CFT4 body is not fully sintered.

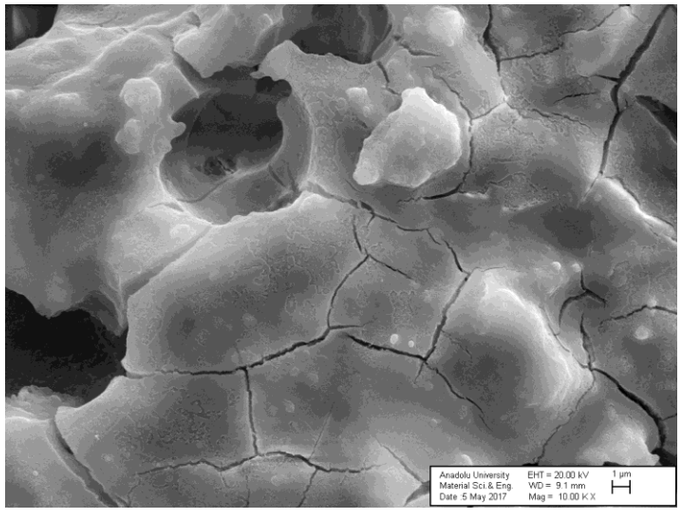


Figure 8. Micrograph of CFT4 body

4. CONCLUSION

In this work, it was aimed to use cement grinding facility ventilation waste dust (raw mix), which may have an adverse effect on environment and human health, as an

alternative raw material in the production of porcelain tile. For this purpose, cement waste raw mix dust was used instead of sodium feldspar in ratio of 1%, 5%, 10% and 15%. It has been found that 1% of the addition of raw mix dust reduced the firing shrinkage compared with the standard body. It has been very little change in water absorption rate and bulk density for CFT1 body. In addition to the change in the technological properties, the strength values were found to increase compared to the standard ones. The main reason for this increase is the formation of the anorthite phase as a second crystal phase. With the addition of 5% of raw mix powder, porosity value increased with the increase in $CaCO_3$ calcination. The increase in porosity resulted in a decrease in density and an increase in water absorption values. Despite the increase in the amount of anorthite as a second crystalline phase addition, the decrease in strength values resulted from the decrease in the bulk density. As a result of the sintering analysis, it was also found that the addition of raw mix dust slowed sintering rate. This work continues with the addition of raw materials of high fluxing properties (spodumene and boric acid etc) and with aim of improving the technological and sintering properties.

ACKNOWLEDGEMENT

This study is supported by Kırıkkale University Coordination Unit for Scientific Research Projects with project number 2015/079.
We would like to thank the Ceramics Research Center and Kale Ceramic R & D Center for their support in this work

REFERANCES

[1] http://www.tcma.org.tr/index.php?page=icerikgoster&menuID=54, (date of access 16.06.2017)

[2]Munlafalıoğlu İ, Çimento sektöründe çevre kirliliği ve yasal çerçeve, http://readgur.com/doc/530284/%C3%A7imento-sekt%C3%B6r%C3%BCnde-%C3%A7evre-kirlili%C4%9Fi-ve-yasal-%C3%A7er%C3%A7eve, (date of access 16.06.2017)

[3]Sousa S.J.G., Holanda J.N.F., Sintering Behavior Of Porous Wall Tile Bodies During Fast Single-Firing Process, Mater.Res. 8, 197–200, 2005

[4] Üstündag C.B., Tur Y.K., Capoglu A., Mechanical Behaviour Of Alow-Clay Translucent Whiteware, J.Eur.Ceram.Soc. 26, 169–177, 2006

[5]Tarhan M., Tarhan B., Aydin T., The Effects Of Fine Fire Clay Sanitaryware Wastes On Ceramic Wall Tiles, Ceramics International, 42, 17110–17115, 2016

[6] Cam W.M, Senapati U., Porcelain-Raw Materials, Processing, Phase Evolution, and Mechanical Behavior, J. Am. Ceram. Soc., 81, [1],3-20,1998

[7] Souza A.J., Pinheiro B.C.A., Holanda J.N.F., *Sintering Behavior of Vitrified Ceramic Tiles Incorporated with Petroleum Waste*, Sintering Applications, InTech, 2013, http://dx.doi.org/10.5772/53256

ÇİMENTO FARİN HAVALANDIRMA ATIK TOZUNUN PORSELEN KARO BÜNYELERİNİN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Tuna AYDIN[1], Çiğdem PAKSOY[1]

[1] Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü,
Kırıkkale / TÜRKİYE

ÖZET

Günümüzde endüstriyel atıkların geri dönüşümü öncelikli konuların başında gelmektedir. Özellikle atıkların çevreye verdiği olumsuz etkilerin azaltılmasında geri dönüşümle ilgili çalışmaların önemi de artmaktadır. Farin, çimento üretiminde kuvars, kalker, alümina ve demir cevheri gibi hammaddelerin öğütülmesi ile elde edilen ham karışımdır. Bu ham karışım yüksek oranda SiO_2, Al_2O_3, CaO, Fe_2O_3, MgO, Na_2O ve K_2O içermektedir. Bu oksitlerin farin tozunda yüksek oranda bulunması porselen karo bünyeler için farin tozunu alternatif bir hammadde kaynağı olarak öne çıkarmaktadır. Bu çalışma kapsamında standart bir porselen karo kompozisyonunda kullanılan sodyum feldspat yerine ağırlıkça % 1, % 5, % 10 ve % 15 atık farin tozu kullanılmıştır. Laboratuar koşullarında hidrolik preslerde şekillendirilen numuneler 1210 °C de pişirilmiştir. Hazırlanan numunelerin mukavemet, pişme küçülmesi, su emme ve porozite gibi teknolojik özellikleri incelenmiştir. Yürütülen bu çalışma kapsamında % 1 farin atık tozu içeren bünyenin standart bünyeye kıyasla fiziksel ve mekaniksel özellikleri geliştirdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Farin, porselen karo, geri dönüşüm, porozite

1. GİRİŞ

Çimento esas olarak, doğal kalker taşları ve kil karışımının yüksek sıcaklıkta ısıtıldıktan sonra öğütülmesi ile elde edilen hidrolik bir bağlayıcı yapı malzemedir [1]. Çimento ana bileşenlerinin (CaO, SiO_2, Al_2O_3 ve Fe_2O_3) eldesinde kullanılan hammaddelerin çimento üretim sürecine alınabilmesi için kırma, eleme ve öğütme gibi ön fiziksel işlemlerden geçirilmesi gerekmektedir [2]. Bu işlemler sırasında da ortaya çevre ve sağlık sorunları oluşturabilecek yüksek oranda toz çıkmaktadır. Çimento üretiminde ortaya çıkan bu tozları tutmak için toz odaları, siklon, multi siklon, torbalı filtre ve elektrofiltre gibi toz tutucular kullanılmaktadır. Çimento sektöründe toz tutma sistemlerinde % 99 'luk yüksek bir verime ulaşılmıştır [2]. Ancak tutulan bu tozların geri dönüşümü ile ilgili yeterli bir çalışma günümüzde yapılmamıştır. Hammaddelerin öğütülmesi ile elde edilen ham karışıma "Farin" denir. Bu ham karışım yüksek oranda SiO_2, Al_2O_3, CaO, Fe_2O_3, MgO, Na_2O ve K_2O içermektedir. Bu oksitlerin farin tozunda yüksek oranda bulunması porselen karo bünyeler için farin tozunu alternatif bir hammadde kaynağı olarak öne çıkarmaktadır. Yapılan bu çalışmada hem çevre hem de insan sağlığına olumsuz etki oluşturabilecek bu atık tozların geri dönüşümünün sağlanması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda standart bir porselen karo kompozisyonunda kullanılan sodyum feldspat yerine ağırlıkça % 1, % 5, % 10 ve % 15 atık farin tozu kullanılmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Kil, kaolen, sodyum feldispat ve kuvars hammaddeleri kullanılarak oluşturulan bir standart bir porselen karo reçetesi üzerinden belirli oranlarda (ağırlıkça maksimum % 15) farin tozu sodyum feldispat yerine kullanılmıştır. Deneme tartımları 750 g. üzerinden hesaplanarak yapılmıştır. Reçete yüzdelerine göre tartımları yapılan hammaddeler, 63 μm elek bakiyesi %1'in altında elde edilinceye kadar bilyeli değirmenlerde sulu olarak (% 60 katı oranında) öğütülmüşlerdir. Daha sonra elde edilen sıvı çamur 150°C'lik etüvde kurutulmuştur. Elde edilen toz, kontrollü bir şekilde % 6,5–7oranında nemlendirilerek preslemeye hazır granül (masse) haline getirilmiştir. Elde edilen masse tek eksenli kuru pres ile 450 kg/cm^2 basınçla 50 mm x 100 mm boyutunda şekillendirilmiştir. Şekillendirilen karolar 110ºC 'lik etüvde kurutulmuştur. Hazırlanan numuneler laboratuar koşullarında 1210 °C de pişirilmiştir. Numunelerin analizleri de (mekanik, kimyasal ve karakterizasyon analizleri gibi) laboratuar koşullarında gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan numunelerin su emme, küçülme, gözeneklilik, gibi teknolojik özellikleri ile ilgili deneyler

Kırıkkale üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği bölümü Seramik proses laboratuarlarında tespit edilmiştir. Hammadde kimyasal analizleri, sinterleme davranışları, faz ve mikroyapı analizleri Seramik Araştırma Merkezi laboratuarlarında. Numunelerin mukavemet testleri ise Çanakkale Seramik Ar-Ge merkezi laboratuarlarında yapılmıştır.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. Kimyasal analiz (XRF)

Hammadde kimyasal analizleri Çizelge 1 de verilmiştir. Kullanılan farin tozunun SiO_2, Al_2O_3 yanında yüksek oranda CaO içerdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Porselen karo hammaddelerinin kimyasal analizleri (Ağırlıkça %)

	SiO_2	**Al_2O_3**	**Fe_2O_3**	**TiO_2**	**CaO**	**MgO**	**Na_2O**	**K_2O**	**A.Z.**
Kaolen	65.000	23.000	0.500	0.500	0.200	0.150	0.200	0.300	10.000
Sodyum feldispat	71.100	17.400	0.050	0.240	0.600	0.100	9.360	0.340	0.500
Kuvars	97.640	0.730	0.180	0.030	0.100	0.010	0.010	0.470	0.430
Kil	59.000	25.000	1.000	1.500	0.600	0.700	0.600	2.700	8.500
Farin Tozu	13.51	3.46	1.87	0.35	43.62	0.98	0.08	0.6	35.11

A.Z. Ateş kaybı

3.2. Teknolojik özellikler

Numunelere ait teknolojik özellikler Çizelge 2 de sunulmuştur. CFT3 ve CFT4 bünyeleri çizelge incelendiğinde de görüleceği üzere 1210 °C' lik pişirim sıcaklığı gerekli olan yoğunluğa ulaşmak için yeterli olmamıştır. Çizelge incelendiğinde artan farin tozu oranı ile beraber standart bünyeye kıyasla numunelerin toplam gözeneklilikleri artış olduğu görülmektedir. Bu durum bulk yoğunluklarında azalmasına sebep olmuştur. Bu yoğunluk azalmasında ana etken farin tozunun içermiş olduğu yüksek oranda $CaCO_3$ tır. $CaCO_3$ yaklaşık olarak 800 -900 °C arasında CaO ve $CO_{2(g)}$ e parçalanmaktadır. Bu reaksiyon sonucunda yapıda gözeneklilik oluşmaktadır [3]. Farin tozu ilavesi ile beraber pişme küçülme değerlerinde azalma görülmüştür. Mukavemet değerlerinde ise farin tozu ilavesinin CFT1 bünyesinde standart bünyeye kıyasla mukavameti artırdığı tespit edilmiştir. CFT3 ve CFT4 bünyeleri tam pişmeyen numuneler olduğu için mukavemet değerleri çok düşük ölçülmüştür. CFT1 bünyesinde mukavemetteki artış toplam kristal miktarındaki artış ile açıklanabilir [4]. XRD grafiklerinden de görüldüğü üzere; farin tozu ilavesi ile beraber bünyelerde anortit fazının oluşumu tespit edilmiştir. Bu durum ikinci bir faz ilavesi etkisi neticesinde mukavemeti artırmıştır [5]. Ancak

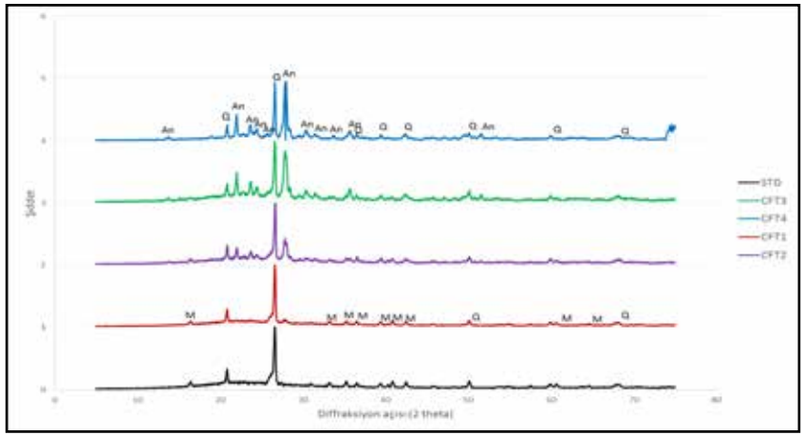
CFT2 numunesinde daha yüksek oranda anortit oluşmasına rağmen standart bünyeye kıyasla mukavemetteki hafif düşüşün nedeni de yoğunluktaki azalma ile açıklanabilir.

Çizelge 2. Standart ve Farin Tozu Katkılı Bünyelerin Teknolojik özellikleri (1210 °C)

Numune	Bulk yoğunluk gr/cm^3	Gözeneklilik (%)			Su emme (%)	Pişme küçülmesi (%)	Mukavemet (kg/cm^2)
		Açık	Kapalı	Toplam			
STD	2.443	0.044	0.646	0.691	0.018	7.38	510
CFT1	2.439	0.107	0.725	0.832	0.043	6.76	559
CFT2	2.316	0.161	7.530	7.691	0.069	5.44	499.8
CFT3	2.011	11.85	8.943	20.793	5.895	2.253	324.26
CFT4	1.821	28.4	1.26	29.680	15.608	0.290	212.3

3.3. XRD analizi

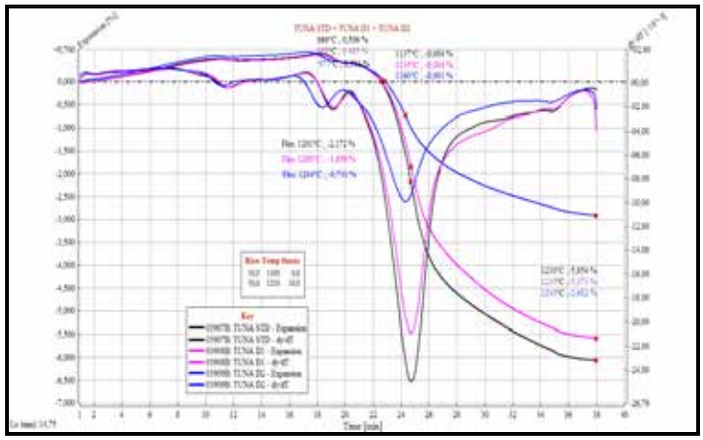
Bünyelerde oluşan fazların tespit edilmesi için yapılan X ışınları difraksiyon analizi sonuçları Şekil 1. de verilmiştir. Şekil de görüldüğü üzere standart bünyede kuvars, müllit ve camsı faz tespit edilmiştir. Artan oranlarda farin tozu ilavesi ile beraber geliştirilen bünyelerde müllit ve kuvars fazlarının yanında anortit fazının da oluştuğu görülmektedir. CFT3 ve CFT4 bünyelerinde kuvars ve yüksek miktarda anortit fazı tespit edilmişken, müllit fazı tespit edilememiştir. Bu durum zaten bu bünyelerin pişirilememeleri ile ilişkilidir.



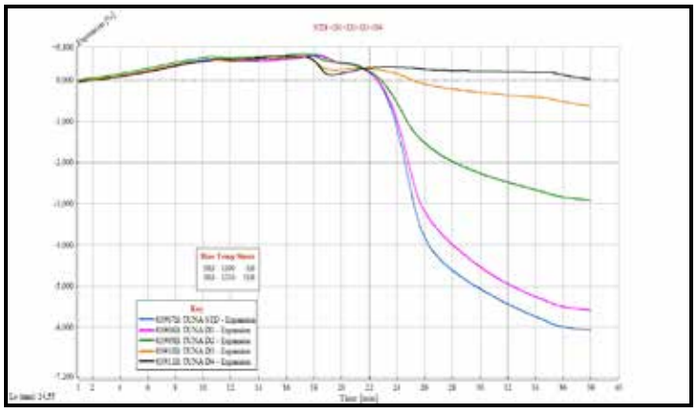
Şekil 1. Standart ve Farin Tozu Katkılı Bünyelerin XRD Analizi Sonuçları

3.4. Sinterleme davranışının analizi

Bünyelerin pişirim prosesi boyunca geçirdiği değişimleri, oluşan fazları ve faz dönüşümlerini görebilmek amacıyla yapılan optik dilatometre testi ile standart ve farklı oranlarda farin tozu içeren numunelerin sinterleme davranışları incelenmiştir. Şekil 2'de bünyelere ait sinterleme eğrileri incelendiğinde, standart bünyenin 989 °C de sinterlemeye başladığı tespit edilmiştir. Bu bünyeye ait sinterlemenin en hızlı olduğu fleks sıcaklığında 1201 °C olarak tespit edilmiştir. CFT1 bünyesinin sinterleme başlangıç sıcaklığı da standart bünye gibi 989 °C'dir. Sinterlemenin en hızlı olduğu fleks sıcaklığı ise 1200 °C olarak tespit edilmiştir. Standart bünye ile kıyaslandığında CFT1 bünyesinin biraz daha yavaş sinterlendiği tespit edilmiştir. Anortit kristallerinin oluşumunun sinterlemeyi bir miktar yavaşlattığı düşünülmektedir. Daha yüksek oranda farin tozu içeren CFT2 bünyesi ise 977 °C de sinterlenmeye başlamıştır. Ancak sinterlemenin en hızlı olduğu fleks sıcaklığı ise 1204 °C olarak tespit edilmiştir. Şekil 3'de numunelere ait sinterleme grafiklerden görüldüğü üzere farin tozu ilavesi ile beraber sinterlemenin standart bünyeye göre yavaşladığı tespit edilmiştir. CFT3 ve CFT4 bünyelerinin ise 1210 °C de yeterli yoğunluğa ulaşmadığı yani bu sıcaklığın pişirim için yetersiz kaldığı tespit edilmiştir.



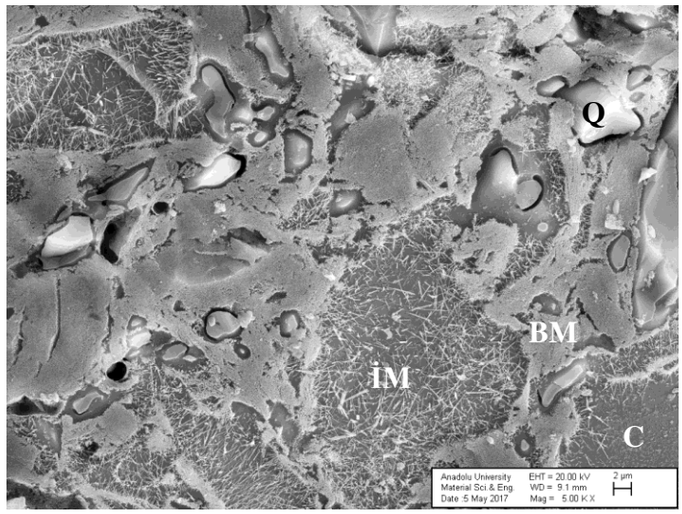
Şekil 2. STD-D1ve D2 Numunelerine ait Sinterleme Eğrileri



Şekil 3. STD-D1, D2, D3 ve D4 Numunelerine ait Sinterleme Eğrileri

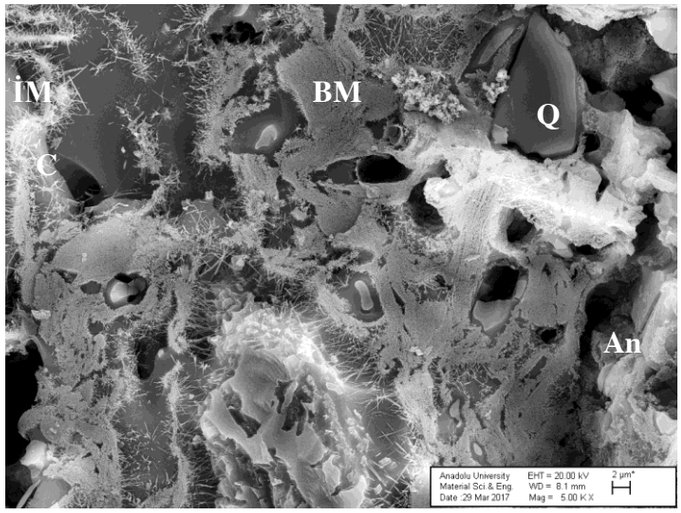
3.5. Mikroyapı

Atık farin tozunun bünye mikroyapısı üzerine etkilerinin araştırılması amacıyla bünyelerin kırık yüzeyleri %5 HF asit solüsyonunda yaklaşık 45 saniye süre ile daldırılarak dağlanmıştır. Dağlama işleminin sonrasında numune yüzeyleri Au-Pd ile kaplanmıştır. Şekil 4, Şekil 5, Şekil 6, Şekil 7 ve Şekil 8 de bünyelere ait mikro yapı görüntüleri verilmiştir. Standart bünyeye ait ikincil elektronlar kullanarak elde edilen mikroyapı görüntüsü incelendiğinde camsı faza gömülü olarak kuvars, birincil müllit ve ikincil müllit kristalleri görülmektedir. İkincil müllit kristalleri iğnemsi şekilleri ile karakterize edilirler. Kil kalıntı fazlarının içinde oluşan müllit kristalleri birincil müllit kristalleridir [6]. İkincil müllit kristallerinin ise sıvı faz içinde alümina silikat fazlarının çözünmesi, yeniden kristalleşmesi ve birincil müllit kristallerinin anizotropik olarak büyümesi ile oluşmaktadır. Şekil 1'de görülen az sayıda ve küresel kapalı gözenekler sinterleme süresince düzenli bir şekilde gelişen sıvı fazı göstermektedir [7].



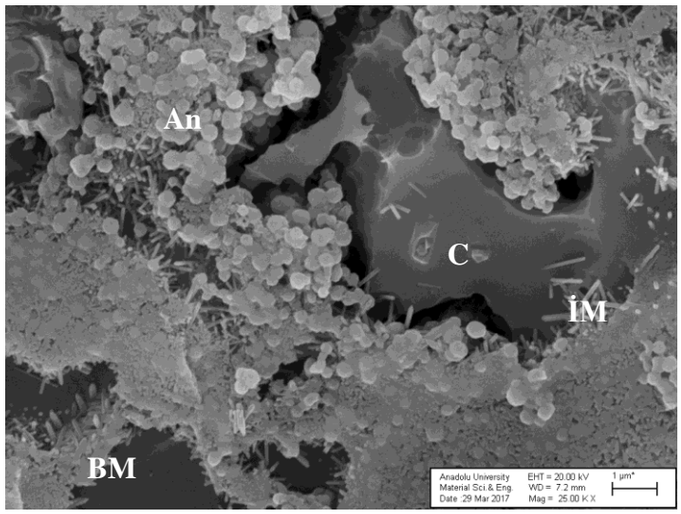
Şekil 4. Standart Bünyeye Ait Mikroyapı Görüntüsü. Q: kuvars, C: camsı faz, BM: birincil müllit, İM: ikincil müllit

Şekil 5, CFT1 numunesine ait ikincil elektronlar kullanılarak alınmış mikroyapı görüntüsüdür. Standart bünyede tespit edildiği gibi camsı faza gömülü olarak kuvars, birincil müllit ve ikincil müllit kristalleri CFT1 bünyesinde de görülmektedir. CFT1 bünyesinde farin tozunun ilavesi ile beraber XRD analizinde de gösterildiği gibi anortit fazları tespit edilmiştir. Standart bünyeye kıyasla gözenekliliğin bir miktar arttığı mikroyapı görüntülerinden tespit edilmiştir. Gözeneklilikteki bu artış $CaCO_3$'ın kalsinasyonu sonucu ortaya çıkmaktadır.



Şekil 5. CFT1 Bünyesine Ait Mikroyapı Görüntüsü. Q: kuvars, C: camsı faz, BM: birincil müllit, İM: ikincil müllit, An: anortit

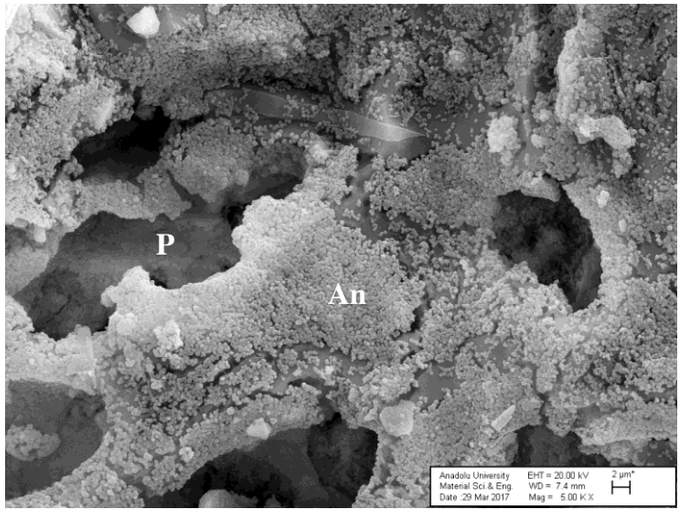
CFT2 bünyesine ait mikroyapı görüntüsü Şekil 6'da verilmektedir. Artan oranda atık farin tozu ilavesi ile beraber yüksek miktarda anortit kristallerinin oluştuğu mikroyapı görüntüsünden de görülmektedir. Ayrıca camsı faza gömülü olarak ikincil müllit kristalleri de görülmektedir.



Şekil 6. CFT2 Bünyesine Ait Mikroyapı Görüntüsü. C: camsı faz, BM: birincil müllit, İM: ikincil müllit, An: anortit

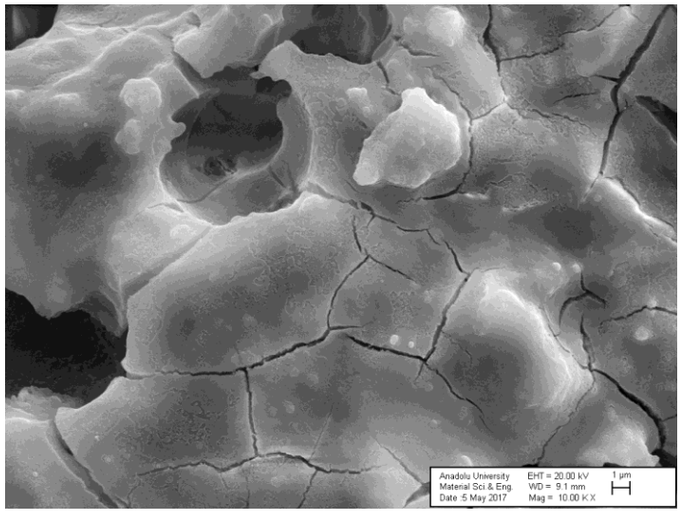
CFT3 bünyesine ait mikroyapı görüntüsü Şekil 7'de verilmektedir. Yüksek oranda atık farin tozu ilavesi ile beraber yüksek miktarda anortit kristallerinin CFT3 bünyesinde oluştuğu görülmektedir. Ayrıca $CaCO_3$'ın kalsinasyonu sonucu ve sinterlemenin tam olmaması neticesinde ortaya çıkan yüksek oranda gözeneklilik

mikroyapı görüntüsünden de görülmektedir. Bu durum teknolojik özelliklerde ortaya çıkan yüksek gözeneklilik ve düşük mukavemet değerlerini de doğrulamaktadır.



Şekil 7. CFT3 Bünyesine Ait Mikroyapı Görüntüsü, P: por, An: anortit

Şekil 8'de CFT4 bünyesine ait mikroyapı görüntüsü verilmektedir. XRD analizi ve sinterleme analizinden de tespit edildiği üzere CFT4 bünyesinin tam sinterlenmediği mikroyapı görüntüsünden de açık bir şekilde görülmektedir.



Şekil 8. CFT4 Bünyesine Ait Mikroyapı Görüntüsü

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada çevre ve insan sağlığına olumsuz etki oluşturabilecek çimento öğütme tesisi havalandırma atık tozlarının seramik kaplama malzemeleri üretiminde alternatif bir hammadde olarak kullanımının sağlanması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda standart bir porselen karo kompozisyonunda kullanılan sodyum

feldspat yerine ağırlıkça % 1, % 5, % 10 ve % 15 atık farin tozu kullanılmıştır. %1 oranında farin tozu ilavesinin standart bünyeye kıyasla pişme küçülmesini azalttığı tespit edilmiştir. Su emme ve yoğunluk değerlerinde çok az oranda değişiklik olmuştur. Bu teknolojik özelliklerdeki değişimin yanında mukavemet değerlerinde standart bünyeye kıyasla artış olduğu tespit edilmiştir. Bu artıştaki ana neden ikinci bir faz olarak anortit fazının oluşmasıdır. %5 farin tozu ilavesi ile beraber $CaCO_3$ kalsinasyonundaki artış nedeni ile gözeneklilik değeri artmıştır. Gözeneklilikteki artış yoğunlukta azalmaya ve su emme değerlerinde ise artışa neden olmuştur. İkinci faz ilavesi olarak anortit miktarındaki artışa rağmen mukavemet değerlerindeki azalmanın nedeni yoğunluktaki azalmadır. Sinterleme analizi sonucunda da yüksek oranda farin tozu ilavesinin sinterlemeyi yavaşlattığı tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışma yüksek oranlarda kullanılacak farin tozunun pişmeme sorununun üstesinden gelinmesi ve teknolojik özelliklerinin geliştirilmesi amacı ile ergitici özelliği yüksek (spodumen ve borik asit v.b.) ilave hammaddeler ile devam etmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kırıkkale Üniversitesi bilimsel araştırma projeleri koordinasyon birimi Bünyesinde 2015/079 proje numarası ile desteklenmektedir.
Bu çalışmadaki desteklerinden dolayı Seramik Araştırma Merkezine ve Kale Seramik Ar-Ge Merkezine teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

[1] http://www.tcma.org.tr/index.php?page=icerikgoster&menuID=54, (Erişim tarihi 16.06.2017)

[2]Munlafalıoğlu İ, Çimento sektöründe çevre kirliliği ve yasal çerçeve, http://readgur.com/doc/530284/%C3%A7imento-sekt%C3%B6r%C3%BCnde-%C3%A7evre-kirlili%C4%9Fi-ve-yasal-%C3%A7er%C3%A7eve, (Erişim tarihi 16.06.2017)

[3]Sousa S.J.G., Holanda J.N.F., Sintering Behavior Of Porous Wall Tile Bodies During Fast Single-Firing Process, Mater.Res. 8, 197–200, 2005

[4] Üstündag C.B., Tur Y.K., Capoglu A., Mechanical Behaviour Of Alow-Clay Translucent Whiteware, J.Eur.Ceram.Soc. 26, 169–177, 2006

[5]Tarhan M., Tarhan B., Aydin T., The Effects Of Fine Fire Clay Sanitaryware Wastes On Ceramic Wall Tiles, Ceramics International, 42, 17110–17115, 2016

[6] Cam W.M, Senapati U., Porcelain-Raw Materials, Processing, Phase Evolution, and Mechanical Behavior, J. Am. Ceram. Soc., 81, [1],3-20,1998

[7] Souza A.J., Pinheiro B.C.A., Holanda J.N.F., *Sintering Behavior of Vitrified Ceramic Tiles Incorporated with Petroleum Waste*, Sintering Applications, InTech, 2013, http://dx.doi.org/10.5772/53256

THE EFFECT OF ZEOLITE AS AN ALTERNATIVE RAW MATERIAL IN CERAMIC FLOOR TILE

Muhammet Emre VANLIOGLU[1], Tuna AYDIN[1]

[1] Kirikkale University, Engineering Faculty,
Metallurgy and Material Engineering Department
Kirikkale / TURKEY

Abstract

In this study, Zeolite was used as an alternative raw material in the ceramic industry instead of feldspars and quartz. In this study, 5%, 10% and 15% of zeolite were used instead of sodium feldspar, quartz and kaolin in porcelain tile composition. All compositions were prepared under the industrial conditions. All samples were sintered at 1150 ºC in an industrial roller kiln. Technological properties such as shrinkage, water absorption, bending strength and color parameters were investigated and it was also examined thermal and microstructure properties of the samples. As a result, bodies containing zeolite show superior technological properties compared to the standard body.

Keywords: Zeolite, ceramic tile, porosity, microstructure

1. INTRODUCTION

Ceramic tiles are obtained by mixing and firing raw materials such as clay, alkali feldspar (sodium and / or potassium) and quartz at a certain ratio between 1150-1200 ºC. Raw material costs are important in the production of ceramic coating materials, so the use of alternative raw material sources is getting more and more important day by day. Fly ash, spodumene, boric acid and waste glass are used as alternative raw materials to aid in sintering process. The final product obtained as a result of the firing process contains mullite, quartz and albite embedded in glassy phase [1, 2]. Today, studies are focused on reducing energy costs in ceramic industry. Especially auxiliary fluxing raw materials can be used both as a source of alternative raw materials and in lowering energy costs [3]. Zeolite lattice structures contain aluminum, silica and oxygen. Zeolite is microporous containing cation and water crystal solids. Aqueous alumina silicates with crystal structure of alkali and alkaline earth metals are in the silicate group [4]. In this study, the mechanical, thermal and microstructural properties of the bodies were investigated by using zeolite in the ratio of 5%, 10%, 15% instead of quartz, sodium feldspar and kaolin used in a standard ceramic flooring composition.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Zeolite was used instead of quartz, kaolin and sodium feldspar in a certain rate (max. % 15 by weight. Zeolite was used instead of only quartz in E1 body. Zeolite was also used instead of quartz, kaolin and sodium feldspar in E2 and E3 bodies. The raw materials were ground in in ball mills (60% solids) up to 63% of the sieve bottom being obtained below 1%. After that slip was dried at 110ºC in oven. The masse was shaped with dimensions of 50 mm x 100 m under a pressure of 400 kg / cm^2 with a uniaxial dry press. Green bodies were sintered at 1150 ºC for 72 minutes under the industrial conditions. The technological properties, phase and chemical analysis and thermal (sintering and thermal expansion coefficient) analyzes of the samples were carried out in Canakkale Ceramic R & D center laboratories. Raw material chemical analyses were carried out using Panalytical Axios brand XRF instrument, the sintering behavior was investigated using a Netch DIL 402E dilatometer and phase analyses are carried out using Panalytical X 'Pert Pro MPD diffractometer model XRD. Microstructure images were carried out at Erciyes University (TAUM) using LEO 440 Computer Controlled Digital brand and model SEM device.

3. RESULT AND DISCUSSION

3.1. Chemical analyses (XRF) of the raw materials

According to chemical analyses of the raw materials in Table 1, zeolite contains lower Al_2O_3 than kaolin and sodium feldspar. However, zeolite contains higher MgO, CaO and K_2O than kaolin and sodium feldspar.

Table 1. The chemical analyses of raw materials (Lol: loss of ignition)

	A.Z.	**SiO_2**	**Al_2O_3**	**Fe_2O_3**	**TiO_2**	**CaO**	**MgO**	**Na_2O**	**K_2O**
Kaolin	10.000	65.000	23.000	0.500	0.500	0.200	0.150	0.200	0.300
Na feldspar	0.500	71.100	17.400	0.050	0.240	0.600	0.100	9.360	0.340
Quartz	0.430	97.640	0.730	0.180	0.030	0.100	0.010	0.010	0.470
Clay	8.500	59.000	25.000	1.000	1.500	0.600	0.700	0.600	2.700
Zeolite	7.89	69.53	11.87	1.36	0.14	4.07	1.2	0.03	3.37

3.2. Technological properties

As seen on Table 2, there has been an increase in the bulk density of the samples compared to the standard body with the addition of zeolite. It was determined that there was an increase in firing shrinkage values due to the increase in density. Bending strength values of samples are higher than standard body. As seen on color analysis values, the addition of zeolite was not a negative effect on the color of the body. The addition of zeolite resulted in slightly decrease in green strength compared to standard body.

Table 2. Technological properties

Sample	Bulk density gr/cm^3				Water abs. (%)	Firing shrinkage (%)	Green strength (kg/cm^2)	Bending strength (kg/cm^2)
		L	a	b				
STD	2.188	78.75	1.28	10.14	4.80	4.78	6.91	353.2
E1	2.324	74.35	1.72	10.11	2.68	6.84	6.52	376.5
E2	2.269	74.92	2.24	11.01	2.97	5.82	6.91	379.3
E3	2.288	66.5	2.32	10.65	1.85	7.08	6.09	434.1

Thermal expansion coefficients of the samples were given in Table 3. The addition of zeolite results in increase in thermal expansion coefficient for E1 and E3 bodies while causing a decrease in E2.

Table 3. Thermal expansion coefficients of the samples

Sample	Thermal expansion coefficients (α) $10^{-6}K^{-1}$			
	300	400	500	600
STD	6.01	6.22	6.39	6.82
E1	6.10	6.30	6.45	6.72
E2	5.92	6.16	6.32	6.65
E3	6.13	6.36	6.53	6.86

3.3. Phase analysis (XRD)

Phase analysis of the samples using XRD is given in Figure 1. According to XRD analysis, standard body contains quartz, mullite, albite and glassy phase. With addition of zeolite, glassy phase increases. The increase in the glassy phase is due to the increase in the amount of liquid phase during the sintering. Zeolite as a fluxing agent results in an increase in liquid phase. The increase in the glassy phase results in pore-filling and in this case an increase in bulk density [2].

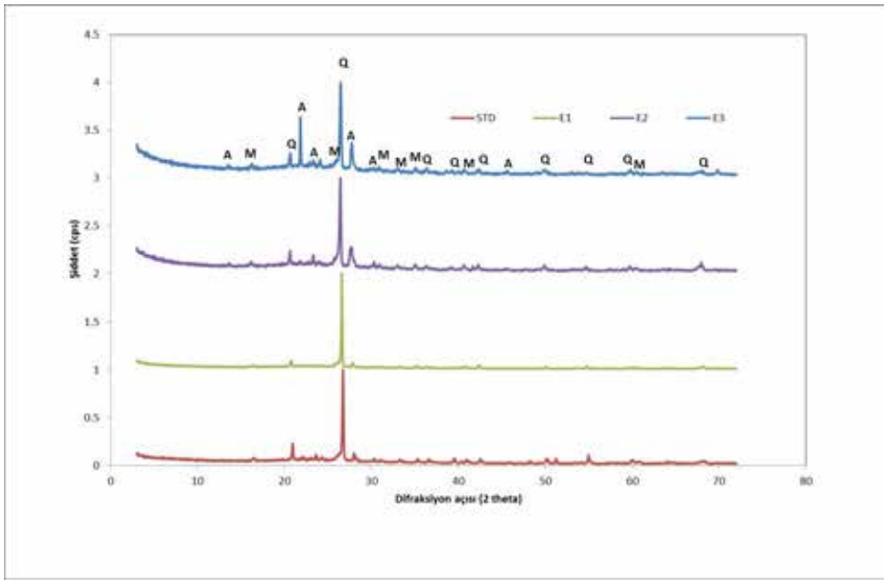


Figure 1. X-ray diffraction analysis curves, A: albite, M: mullite, Q: quartz

3.4. Sintering behavior

According to Figure 2 and Figure 3 which show sintering curves of bodies, standard and zeolite-containing bodies start sintering between 900 °C-1000 °C. With the addition of zeolite, the bodies exhibited a faster sintering behavior compared to the standard body [5]. It has been determined that the sintering temperatures of zeolite-containing bodies are lower than the standard body.

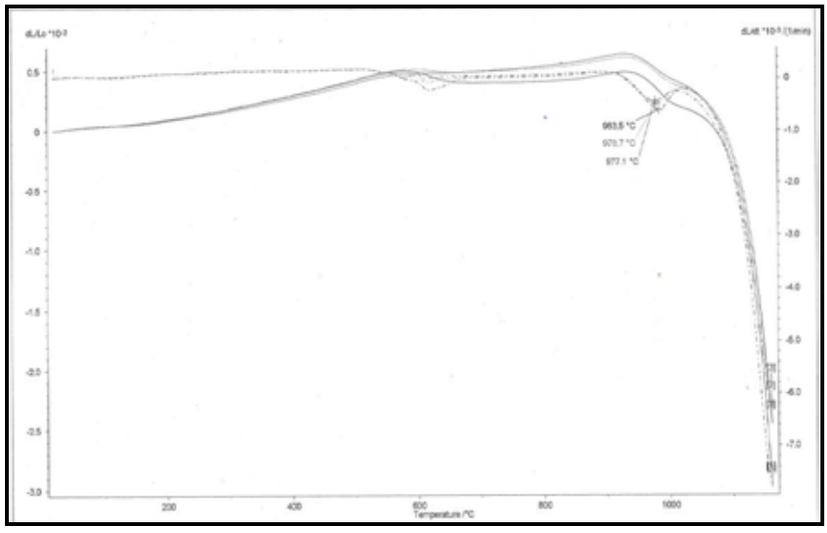


Figure 2. Sintering curves of E1, E2 and E3 bodies

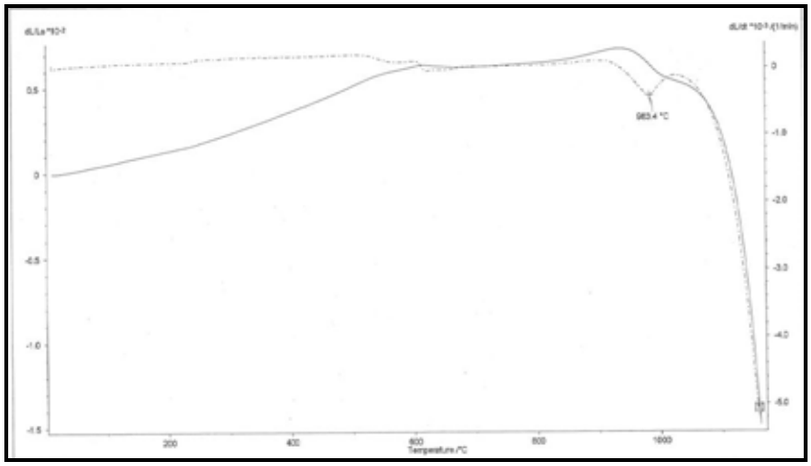


Figure 3. Sintering curves of STD body

3.6. Microstructure (SEM)

The fractured surfaces of the standard and zeolite-containing bodies were etched in 5% HF acid solution for about 45 seconds. After etching process, samples surfaces coated with Au-Pd. Micrographs of the samples are given in Figure 4, Figure 5, Figure 6 and Figure 7. According to micrographs of STD body obtained by using secondary electrons, quartz, primary mullite and albite crystals embedded in glassy phase can be seen. The mullite crystals formed in the clay residue are the primary mullite crystals [6]. There are numerous, spherical and non-spherical closed pores were detected in micrograph of standard body.

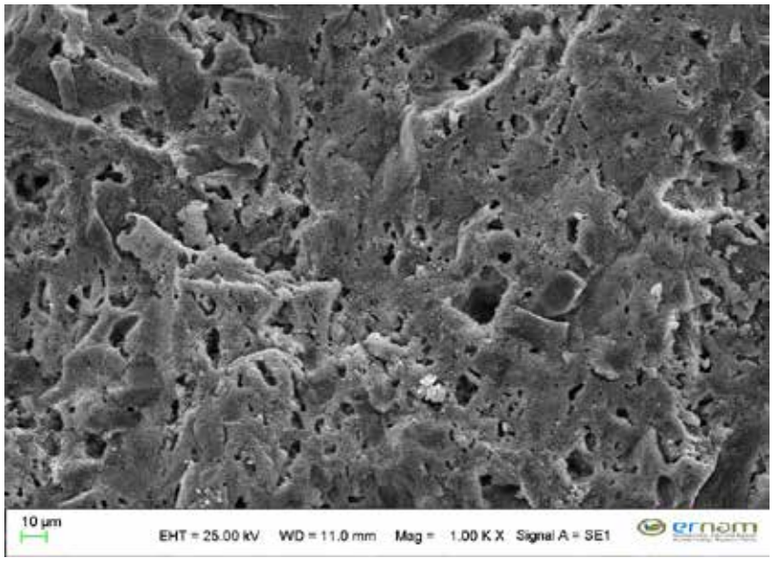


Figure 4. Micrographs of STD body

Figure 5 obtained by using secondary electrons is micrographs of E1 body. As seen on Figure 5, quartz, primary mullite, and albite crystals embedded in glassy phase

are seen like the standard body. Porosity decreased compared to standard body. The reason for decrease in porosity is that zeolite improves the amount of liquid phase by means of the melting properties and fills the pores [1].

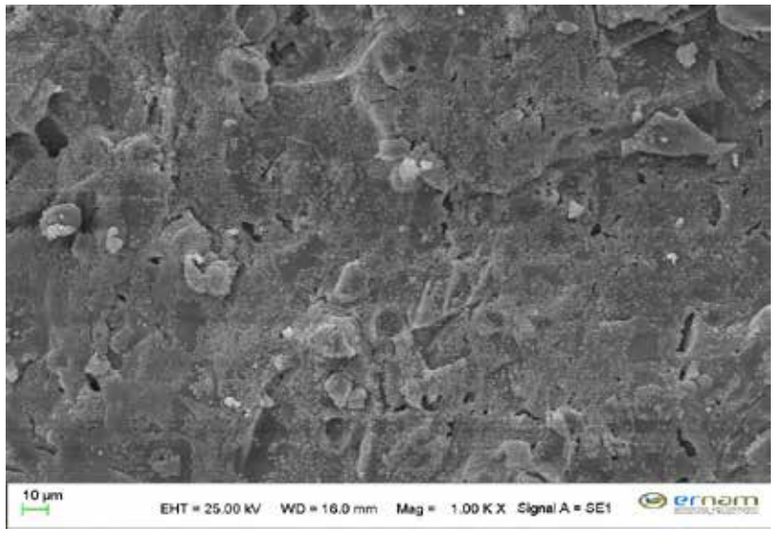


Figure 5. Micrographs of E1 body.

According to Figure 6, E2 body contains quartz, primary mullite, and albite crystals embedded in glassy phase like the standard and E1 body. Secondary mullite crystals started to form with the addition of zeolite. Secondary mullite crystals are characterized with needle-like shapes [7].

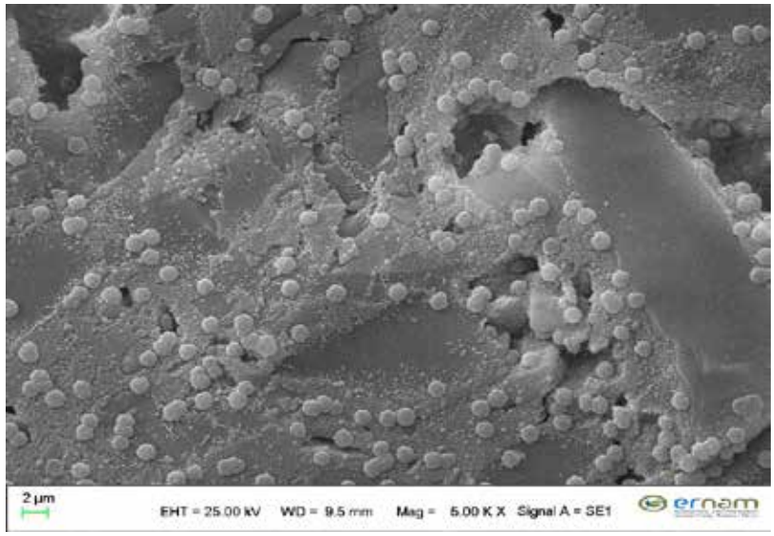


Figure 6. Micrographs of E2 body.

Micrograph of E3 body are given in Figure 7. Similar to STD, E1, E2 bodies, quartz, primary mullite and albite crystals embedded in glassy phase were also found in E3.

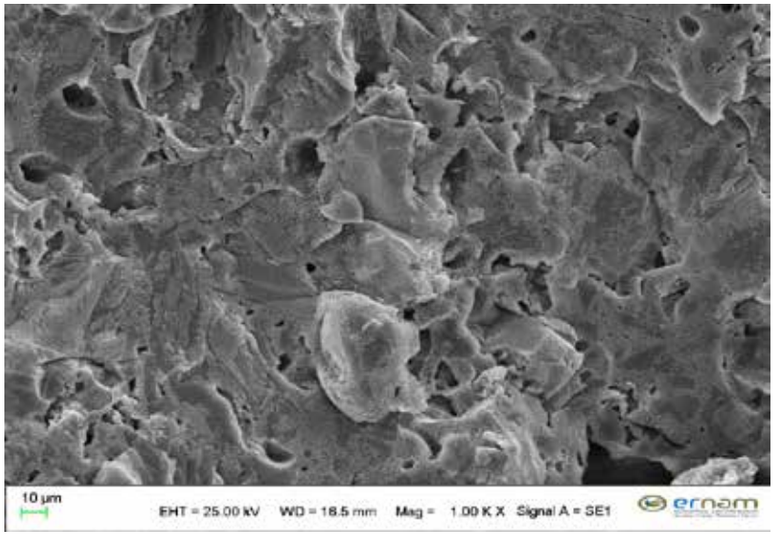


Figure 7. Micrographs of E3 body.

4. CONCLUSION

In this study, the use of zeolite as an alternative raw material in the production of ceramic floor tile was thought to reduce both energy costs and raw material costs. In the study, 5%, 10%, 15% by weight of zeolite was used instead of quartz, sodium feldspar and kaolin used in a standard ceramic floor tile composition. Bulk densities increased by using in a certain ratio of zeolite. Parallel to increasing in bulk densities, a decrease in water absorption values was detected. Firing shrinkage also increased. One of the most important results of this study is the increase in bending strengths of zeolite-containing bodies compared to standard body. However, with the addition of zeolite a slight reduction in the green strength was found. The sintering behaviors of the prepared bodies are similar to the standard body, but zeolite-containing bodies are sintered faster. As a result, it has been shown that zeolite can be used as an alternative raw material in ceramic floor tile production.

ACKNOWLEDGEMENT

This study is supported by Kırıkkale University Coordination Unit for Scientific Research Projects with project number 2015/079.
We would like to thank Kale Ceramic R & D Center for their support in this work.

REFERANCES

[1] Aydin, T., Spodumen Katkılı Porselen Karoların Lekelenme Davranışının İncelenmesi, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Eskişehir, 2012

[2] Souza A.J., Pinheiro B.C.A., Holanda J.N.F., Sintering Behavior of Vitrified Ceramic Tiles Incorporated with Petroleum Waste, Sintering Applications, InTech, 2013, http://dx.doi.org/10.5772/53256

[3] Tarhan, M., Porselen karo bünyelerinde sinterleme hızı-kompozisyon ilişkileri, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2010

[4] Gülen J., ZorbayF., Arslan S., Zeolitler ve Kullanım Alanları, Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi, 2 (1), 63-68, 2012

[5] Zanelli, C., Raimondo, M., Dondi, M., Guarini, G., Sintering Mechanism of Porcelain Stoneware Tiles, Qualicer 2004, I, 247-250, Castellon, Spain, 2004

[6] Cam W.M, Senapati U., Porcelain-Raw Materials, Processing, Phase Evolution, and Mechanical Behavior, J. Am. Ceram. Soc., 81, [1],3-20,1998

[7] Tarhan B., Tarhan M., Aydin T., Reusing sanitaryware waste products in glazed porcelain tile production, Ceramics International, 43, 3107-31112, 2017

SERAMİK YER KAROSU BÜNYELERİNDE ALTERNATİF HAMMADDE OLARAK ZEOLİT KULLANIMININ BÜNYE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Muhammet Emre VANLIOĞLU[1], Tuna AYDIN[1]

[1] Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü,
Kırıkkale / TÜRKİYE

ÖZET

Yapılacak olan bu çalışmada, feldspat ve kuavrsın yerine seramik endüstrisinde alternatif hammadde olarak zeolit kullanılmıştır. Bu çalışma kapsamında seramik karo kompozisyonunda kullanılan Na-feldspat, kuvars ve kaolin yerine maksimum ağırlıkça %5, %10 ve %15 zeolit kullanılmıştır. Tüm kompozisyonlar endüstriyel şartlar altında hazırlanmış olup, yine endüstriyel bir roller fırında tüm bünyeler 1150 ºC de sinterlenmiştir. Hazırlanan bünyelerin olan numunelerin küçülme, su emme ve eğme dayanımları gibi teknolojik özellikleri yanında termal ve mikroyapı özellikleride incelenmiştir. Sonuç olarak zeolit içeren bünyenin standart bünyeden teknolojik açıdan üstün özellikler gösterdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Zeolit, seramik karo, porozite, mikroyapı

1. GİRİŞ

Seramik karolar 1150-1200 ºC arasında, kil, alkali feldispat (sodyum ve/veya potasyum) ve kuvars gibi hammaddelerin belirli bir oranda karıştırılması ve pişirilmesi ile elde edilirler. Seramik kaplama malzemesi üretiminde hammadde maliyetleri önemli yer tutmaktadır buyüzden de alternatif hammadde kaynaklarının

kullanılması gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Uçucu kül, spodumen, borik asit ve atık camlar sinterlemeye yardımcı ergitici alternatif hammaddeler olarak kullanılmaktadır. Pişirim prosesi sonucunda elde edilen nihai ürün; camsı faza gömülü olarak müllit, kuvars ve albit gibi kalıntı fazlardan oluşmaktadır [1, 2]. Günümüzde özellikle enerji maliyetlerinin düşürülmesine yönelik çalışmalar öne çıkmaktadır. Bu konuda özellikle yardımcı ergitici hammaddeler; hem enerji maliyetlerinin düşürülmesinde hem de alternatif hammadde kaynağı olarak kullanılabilmektedir [3]. Zeolit kafes yapılarında alüminyum, silis ve oksijen, gözeneklerinde ise katyon ve su içeren mikro gözenekli kristal katılardır. Alkali ve toprak alkali metallerin kristal yapıya sahip sulu alümina silikatları olup çerçeve silikatlar grubundadır [4]. Bu çalışmada standart bir seramik yer karosu kompozisyonunda kullanılan kuvars, sodyum feldspat ve kaolin yerine ağırlıkça % 5, % 10, % 15 oranlarında zeolit kullanılarak bünyelerin mekanik, termal ve mikroyapı özellikleri incelenmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Standart bir seramik yer karosu reçetesi üzerinden belirli oranlarda (ağırlıkça maksimum % 15) zeolit, kuvars, kaolin ve sodyum feldispat yerine kullanılmıştır. E1 bünyesinde kuvars yerine zeolit kullanılmıştır, E2 ve E3 bünyesinde kuvars, sodyum feldispat ve kaolin yerine belirli oranlarda zeolit kullanılmıştır. Deneme tartımları 1000 g. üzerinden yapılmıştır. Hazırlanan reçetelere göre tartımları yapılan hammaddeler, 63 μm elek bakiyesi %1'in altında elde edilinceye kadar % 60 katı oranında olacak şekilde sulu olarak bilyeli değirmenlerde öğütülmüşlerdir. Daha sonra elde edilen sıvı akışkan çamur etüvde 110 ºC de kurutulmuştur. Elde edilen masse tek eksenli kuru pres ile 400 kg/cm^2 basınç uygulanarak 50 mm x 100 mm boyutunda şekillendirilmiştir. Hazırlanan numuneler endüstriyel koşullarında 1150°C de 72 dakika süre ile pişirilmiştir. Numunelerin teknolojik özellikleri, faz ve kimyasal analizleri ve termal (sinterleme ve termal genleşme katsayısı) analizleri Çanakkale Seramik Ar-Ge merkezi laboratuarlarında yapılmıştır. Hammadde kimyasal analizleri Panalytical Axios marka XRF cihazında, sinterleme davranışları Netch DIL 402E dilatometre cihazında ve faz analizleri Panalytical marka X′ Pert Pro MPDdiffractometer model XRD cihazları kullanılarak incelenmiştir. Mikroyapı görüntüleri Erciyes Üniversitesi Taum da LEO 440 Computer Controlled Digital marka ve model SEM cihazında alınmıştır.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. Kimyasal analiz (XRF)

Hammadde kimyasal analizleri analizleri Çizelge 1 de verilmiştir. Hammadde kimyasal analizlerinden görüldüğü üzere zeolit; kaolin ve sodyum feldspata kıyasla düşük oranda Al_2O_3 ama yüksek oranda MgO, CaO ve K_2O içermektedir.

Çizelge 1. Seramik yer karosu hammadde kimyasal analizleri

	A.Z.	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	Na_2O	K_2O
Kaolen	10.000	65.000	23.000	0.500	0.500	0.200	0.150	0.200	0.300
Na feldispat	0.500	71.100	17.400	0.050	0.240	0.600	0.100	9.360	0.340
Kuvars	0.430	97.640	0.730	0.180	0.030	0.100	0.010	0.010	0.470
Kil	8.500	59.000	25.000	1.000	1.500	0.600	0.700	0.600	2.700
Zeolit	7.89	69.53	11.87	1.36	0.14	4.07	1.2	0.03	3.37

3.2. Teknolojik özellikler

Numunelere ait teknolojik özellikler Çizelge 2 de sunulmuştur. Artan oranda zeolit ilavesi ile beraber standart bünyeye kıyasla numunelerin yoğunluklarında artış olduğu tespit edilmiştir. Yoğunluklardaki artışa bağlı olarak pişme küçülme değerlerinde artış tespit edilmiştir. Mukavemet değerlerinde ise standart bünyeye kıyasla artış görülmektedir. Renk analizi sonuçları incelendiğinde zeolit ilavesinin bünye rengi üzerine olumsuz bir etkisi olmadığı görülmektedir. Zeolit içeren bünyelerin ham mukavametlerinde standart bünyeye kıyasla çok az bir düşüş tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Teknolojik özellikler

Numune	Bulk yoğunluk gr/cm^3	Renk analizi			Su emme (%)	Pişme küçülmesi (%)	Ham Muka. (kg/cm^2)	Pişmiş Muka. (kg/cm^2)
		L	a	b				
STD	2.188	78.75	1.28	10.14	4.80	4.78	6.91	353.2
E1	2.324	74.35	1.72	10.11	2.68	6.84	6.52	376.5
E2	2.269	74.92	2.24	11.01	2.97	5.82	6.91	379.3
E3	2.288	66.5	2.32	10.65	1.85	7.08	6.09	434.1

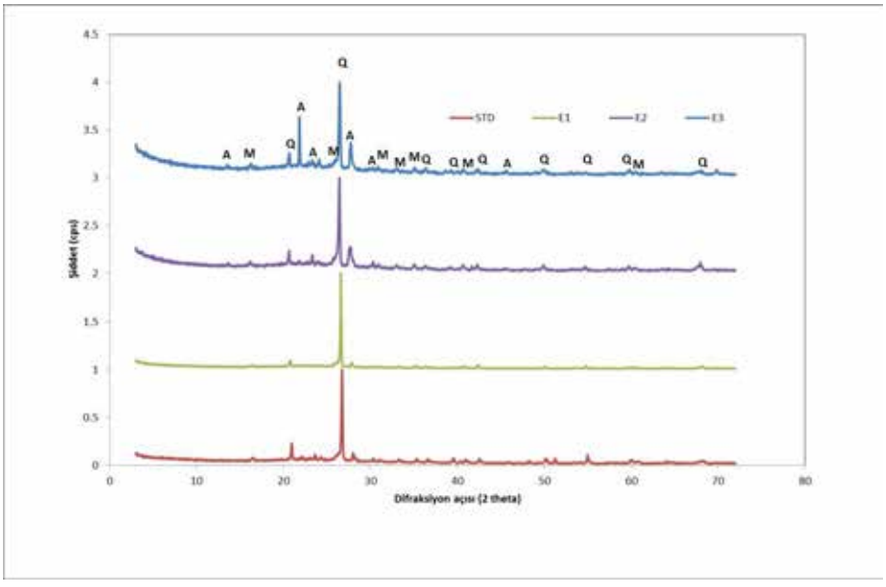
Numunelere ait termal genleşme analizi sonuçları Çizelge 3 de verilmiştir. Zeolit ilavesi standart bünyeye kıyasla termal genleşme katsayılarında E1 ve E3 bünyelerinde artışa neden olurken E2 bünyesinde azalmaya neden olmuştur.

Çizelge 3. Termal genleşme katsayısı

Numune	Termal genleşme katsayısı (α) $10^{-6}K^{-1}$			
	300	400	500	600
STD	6.01	6.22	6.39	6.82
E1	6.10	6.30	6.45	6.72
E2	5.92	6.16	6.32	6.65
E3	6.13	6.36	6.53	6.86

3.3. Faz analizi (XRD)

Bünyelerde oluşan fazların tespit edilmesi için yapılan X ışınları difraksiyon analizi sonuçları Görsel 1.'de verilmiştir. XRD analizi sonucuna göre standart bünyede kuvars, müllit ve camsı faz tespit edilmiştir. Artan oranlarda zeolit ilavesi geliştirilen bünyelerde camsı fazda artışa neden olmuştur. Camsı fazdaki bu artış zeolitin aktif bir ergitici olarak sinterleme esnasında sıvı faz miktarını artırmasından kaynaklanmaktadır. Camsı fazdaki bu artış gözeneklerin kapanmasını sağlamış ve bu durumda bulk yoğunluklarda da artışa neden olmuştur [2].

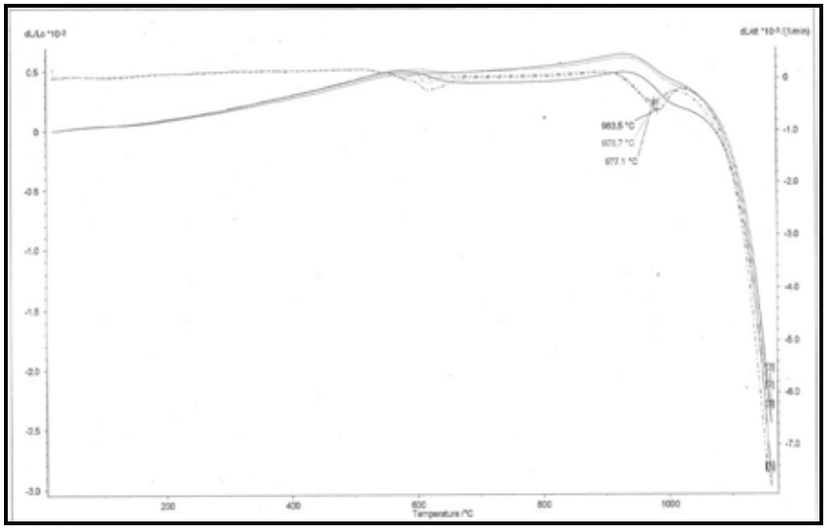


Görsel 1. Bünyelere Ait XRD Analizi Sonuçları, A: albit, M: müllit, Q: kuvars

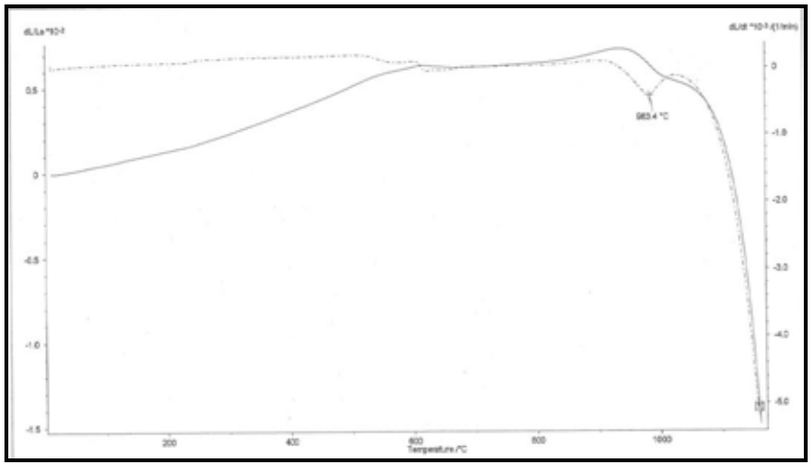
3.4. Sinterleme davranışının analizi

Görsel 2'de bünyelere ait sinterleme eğrileri incelendiğinde, standart bünye ve zeolit içeren bünyelerin 900 °C-1000 °C arasında sinterlemeye başladığı tespit edilmiştir. Zeolit ilavesi ile beraber bünyeler standart bünyeye kıyasla daha hızlı bir pişirim

davranışı göstermiştir [5]. Bünyelerin sinterleme başlangıç sıcaklıkları standart bünyeye göre daha düşük sıcaklıklarda olduğu tespit edilmiştir.



Görsel 2. E1, E2 ve E3 Numunelerine ait Sinterleme Eğrileri

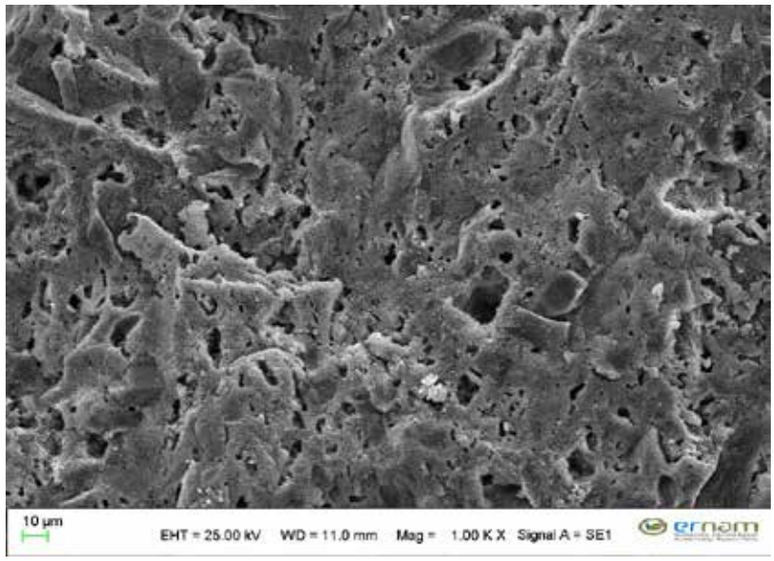


Görsel 3. STD Numunesine ait Sinterleme Eğrileri

3.6. Mikroyapı analizi (SEM)

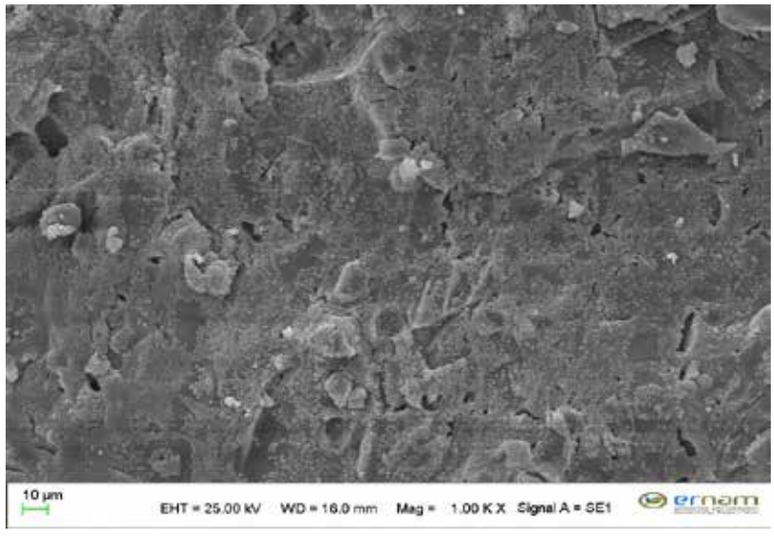
Standart ve zeolit içeren bünyelerin kırık yüzeyleri %5 HF asit solüsyonunda yaklaşık 45 saniye süre ile daldırılarak dağlanmıştır. Dağlama işleminin sonrasında numune yüzeyleri Au-Pd ile kaplanmıştır. Görsel 4, Görsel 5, Görsel 6, Görsel 7 ve Görsel 8 de bünyelere ait mikro yapı görüntüleri verilmiştir. İkincil elektrolar kullanarak elde edilen standart bünye ait mikroyapı görüntüsü incelendiğinde camsı faza gömülü olarak kuvars, birincil müllit ve albit kristalleri görülmektedir. Kil

kalıntı fazlarının içinde oluşan müllit kristalleri birincil müllit kristalleridir [6]. Standart bünyeye ait mikroyapı görüntüsünde çok sayıda ve küresel ve küresel olmayan kapalı gözenekler de görülmektedir.



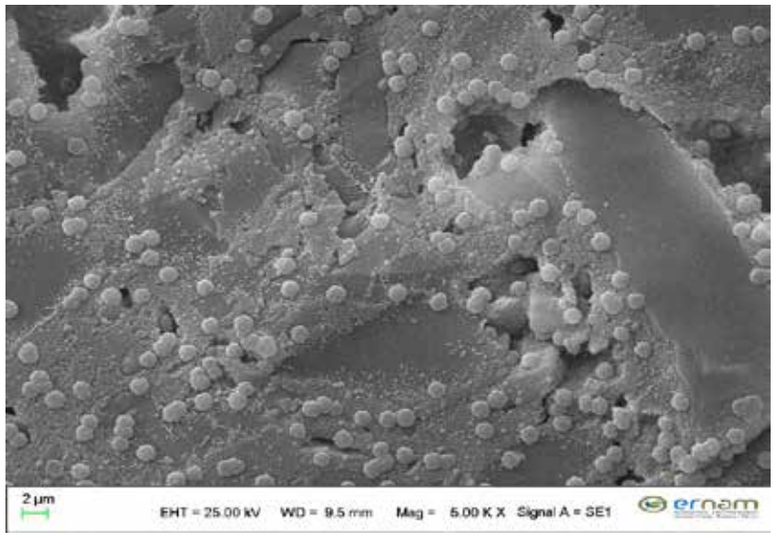
Görsel 4. Standart Bünyeye Ait Mikroyapı Görüntüsü.

Göresel 5 de ikincil elektronlar kullanılarak alınmış E1 numunesinin mikroyapı görüntüsü incelendiğinde standart bünye gibi camsı faza gömülü olarak kuvars, birincil müllit ve albit kristalleri görülmektedir. Standart bünyeye kıyasla gözenekliliğin azaldığı mikroyapı görülmektedir. Gözeneklilikteki bu azalmanın nedini zeolitin ergitici özellik göstererek sıvı faz miktarını artırması ve bunun sonucunda da numunelerin bulk yoğunluklarının artmasıdır [1].



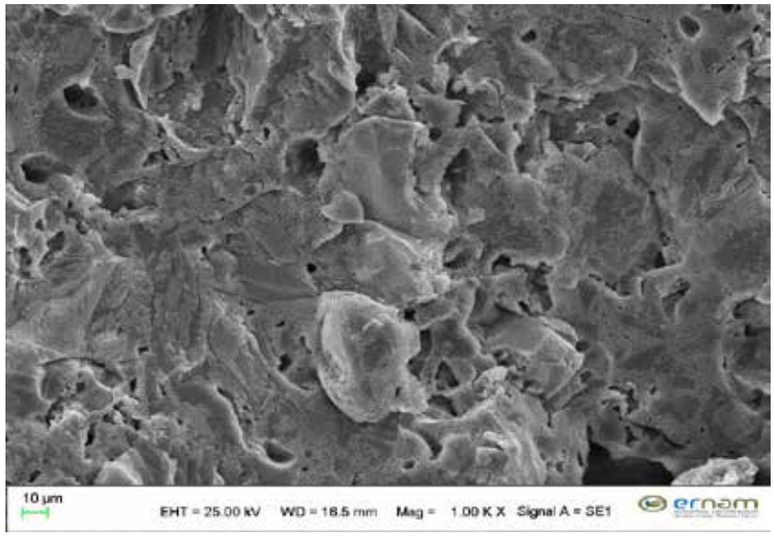
Görsel 5. E1 Bünyesine Ait Mikroyapı Görüntüsü.

Görsel 6'da E2 bünyesine ait mikroyapı görüntüsü incelendiğinde standart ve E1 bünyesindeki gibi camsı faza gömülü olarak kuvars, birincil müllit ve albit kristalleri görülmektedir. Artan oranda zeolit ilavesi ile beraber bir miktar ikincil müllit kristallerinin oluştuğu mikroyapı görüntüsünden de görülmektedir. İkincil müllit kristalleri iğnemsi şekilleri ile karakterize edilirler [7].



Görsel 6. E2 Bünyesine Ait Mikroyapı Görüntüsü.

Görsel 7'de E3 bünyesine ait mikroyapı görüntüsü verilmektedir. STD, E1, E2 bünyelerine benzer şekilde camsı faza gömülü olarak kuvars, birincil müllit ve albit kristalleri E3 bünyesinde de tespit edilmiştir.



Görsel 7. E3 Bünyesine Ait Mikroyapı Görüntüsü

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada zeolitin seramik kaplama malzemeleri üretiminde alternatif bir hammadde olarak kullanımısının hem enerji maliyetlerini hemde hammadde maliyetlerini azaltacağı düşünülmüştür. Çalışmada standart bir seramik yer karosu kompozisyonunda kullanılan kuvars, sodyum feldspat ve kaolin yerine ağırlıkça % 5, % 10, % 15 oranlarında zeolit kullanılmıştır. Belirli oranlarda zeolit kullanımı ile standart bir yer karosu bünyesine kıyasla bulk yoğunluklar artmıştır. Yoğunluklardaki bu artışa paralel olarak su emme değerlerinde azalma pişme küçülme değerlerinde ise artış olmuştur. Bu çalışmanın en öenmli sonuçlarından biride standart bünyeye kıyasla zeolit içeren bünyelerin eğme dayanımlarında artış olmasıdır. Ancak zeolit ilavesi ile ham mukavemetlerde hafif bir azalma tespit edilmiştir. Hazırlanan bünyelerin sinterleme davranışı standart bünye ile benzerlik göstermekle beraber zeolit içeren bünyeler daha hızlı sinterlenmektedir. Sonuç olarak bu çalışmada zeolitin alternatif bir hammadde kaynağı olarak seramik yer karosu üretiminde kullanılabileceği gösterilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kırıkkale Üniversitesi bilimsel araştırma projeleri koordinasyon birimi Bünyesinde 2015/079 proje numarası ile desteklenmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Aydin, T., Spodumen Katkılı Porselen Karoların Lekelenme Davranışının İncelenmesi, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Eskişehir, 2012

[2] Souza A.J., Pinheiro B.C.A., Holanda J.N.F., Sintering Behavior of Vitrified Ceramic Tiles Incorporated with Petroleum Waste, Sintering Applications, InTech, 2013, http://dx.doi.org/10.5772/53256

[3] Tarhan, M., Porselen karo bünyelerinde sinterleme hızı-kompozisyon ilişkileri, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2010

[4] Gülen J., ZorbayF., Arslan S., Zeolitler ve Kullanım Alanları, Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi, 2 (1), 63-68, 2012

[5] Zanelli, C., Raimondo, M., Dondi, M., Guarini, G., Sintering Mechanism of Porcelain Stoneware Tiles, Qualicer 2004, I, 247-250, Castellon, Spain, 2004

[6] Cam W.M, Senapati U., Porcelain-Raw Materials, Processing, Phase Evolution, and Mechanical Behavior, J. Am. Ceram. Soc., 81, [1],3-20,1998

[7] Tarhan B., Tarhan M., Aydin T., Reusing sanitaryware waste products in glazed porcelain tile production, Ceramics International, 43, 3107-31112, 2017

DAQUQ (TAWUQ) TOWN OF KIRKUK PROVINCE POTTER'S CLAY AND ITS CHARACTERISATION

Şerife YALÇIN YASTI [1], Dana Salahaldin Shareef ALSALİHİ [2]

[1] Selcuk University, Fine Art Faculty, Ceramic Department,
Konya / TURKIYE

[2] Selcuk University, Graduate School Of Social Sciences, Ceramic Department
Konya / TURKIYE

ABSTRACT

Potter's clay in Daquq Town, Kirkuk, Iraq

The potter's clay located in Dakuk Town, Kirkuk province of Iraq, is also used in potter workshop of Cemal Zeyn Abidin besides several workshops located in the region. At the same time, this clay is used as the main material in university ceramics education which is made ready for use at the workshop of pottery master Cemal Zeyn Abidin and located in the region. In this study, firstly pottery master Cemal Zeyn Abidin's workshop and the preparation of potter's clay was investigated and then the physical and chemical properties of the potter's clay have been examined. In this context, plasticity water, at 50°C intervals at temperatures ranging from 900°C to 1200°C of clay porosity, water absorption, bulk densities were measured and for these temperatures, the colors of the firing are checked. Mineralogical analysis of the clay have been carried out.

Key Words: Potter's clay, red clay, clay characterisation, Daquq potter's clay, Tawuq potters, Daquq potters.

1. INTRODUCTION

The pottery, which is based on ancient ages, is produced from mud and is said to have a certain function, which is shaped and fired up to a certain strength. According to the purpose of use can be decorated inside and outside if desired [1,3]. The main raw material of potter is clay. Chemical and mineral content, color, plasticity, firing characteristics of clays depending on the clay deposits. Clays used in pottery making can usually be used alone without the need for any fillers or fluxes. In addition, these clays are usually located near the surface of the soil and since these clays are exposed to natural conditions for millions of years, the impurities they contain are high [3-5]. This kind of clays can be found in a wide variety of colors from light yellow to dark brown tones while raw and fired due to the impurities they contain, especially iron oxide. Because of this, although they are generally called red clay, they are widely used for potter's clay. Many studies have been made and are still being carried out in order to reveal the properties of red clay or potters's clay used in different regions and to improve their use [3,5-12].

The raw material properties of the pottery, the production process, the design and decoration characteristics, the physical, chemical and mineralogical properties after firing vary according to the production places. This situation brings together research on local pottery. [2,3,9,14-16].

1.1. Daquq Pottery

Daquq (Tawuq) is a town connected to Kirkuk province. It is located in the southern part of Kirkuk (Fig. 1). Population is about 50,000 people [17]. The appearance of Daquq town is seen in Fig.2 and the historic minaret in which pottery clay is used is seen in Fig.3[19].

Fig. 1. Map of Iraq-Kirkuk province Daquq (Tawuq) town [18]

Fig.2 The appearance of Daquq town [19]

Fig.3. Historic minaret from Atabegs in Daquq Town [20]

The potter's clay in the clay deposit kiln located within the borders of Kirkuk-Daquq township is used in three different pottery workshops, one in Daquq (Tawuq) and two in Kirkuk. In this work, the atelier that used Dakuk potter clay, the researches on the preparation and use of potter clay in these atelier and the characterization of the potter clay were included.

1.1.1 Cemal Zeyn Abidin Atelier

Daquq potter clay is used as the main material in three different workshops. One of these is the workshop of Cemal Zein Abidin, also in Daquq. Potter Cemal belongs to the Turkish and Kurdish Kakein tribe. The pottery survived from her ancestors.

In order to prepare the clay pottery, firstly the clay deposit to the right of the workshop is excavated, the dry clay taken with the help of a shovel is transported to the metal barrels in the workshop garden with hand cart (Fig. 4a). In these barrels filled with water, it is ensured that the clay which has been waiting for a while is dispersed in the water (Fig. 4b). Then it is transferred to the pool in the workshop garden again by filtering the elek. After the mud has been left in the pool for a while, the water collected on the mud is taken by the potter (Fig. 4c). The vast majority of the mud water is stored in the pool for a few weeks. If the sludge is to be sold, it is taken from here and filled with nuts. These muds are sold to the surrounding universities (Süleymaniye and Selahaddin Universities) and some pottery shops in Erbile and Baghdad. There are at least ten workshops in Baghdad. But sludges at least 6 from these are supplied from this workshop.

a b

c

Fig. 4. The stages of preparing the pottery clay : a) taking from the deposit; b) dispersion in water; c) filtration to the pool and accumulation of water on the mud [21]

The sludge brought to the workshop by buckets from the pool to prepare the mud which is used by potter is chewed barefoot by the helpers. This process is for the slurry to become homogeneous and at the same time to acquire plasticity. In the chewing process, the mud is additionally added to the white hairs obtained from the seedy part of the upper part of the watercane plant, which is generally obtained from the browned soft part (Fig.5). In local Arabic language, this reed vegetation (Fig.6) or watery cedar is called bedri, and white hairs are called niffaj. This plant grows in the swamp. With this addition, both the plasticity of the mud is increased and the products are prevented from cracking during drying under solar heat up to 50ºC and it is ensured that the containers used for water cooling are porous. Responsibility for the operation up to this point belongs to the assistants from the relatives of the master. The task of the potter begins after that.

Fig. 5. Addition of watercane's hairs during mud-chewing phase [21]

Fig. 6. The part of the watercane plant where the hairs are obtained [22]

Cemal Zeyn Abidin takes some pieces from the mud on the ground and shoots them by shooting them in the air and putting them on the countertop after being rounded. Mud in this case is called ball. These balls are kneaded again on the counter and are made to be used on the lathe. It takes 3-4 weeks for the clay taken from the deposit to be used in the potter's wheel. The potter's wheel is generally called *vil* in Iraq. There are three types of potter's wheel in Iraq. Hand wheel, foot wheel and electric wheel. The potter himself uses foot wheel (Fi.7).

a

b

Fig.7. Footwheel used by Cemal Zeyn Abidin [21]: a) view of the lower part; b) top view

The products shaped in the potter's wheel are left to dry under the sun on the cloth (Fg.8). The cloth provides air to the product. The products are changed at least four times for homogeneous drying.

Fig. 8. Drying of shaped products [21]

The firing of the dried products is carried out in a conventional kiln with both front and top loading. The kiln is built around a wall for easy placement and emptying of the products, and the roof is made of concrete on top of this wall. The kiln consists of two parts. The part where the products are placed and the part where the fire is burned. The part where the products are placed is about 2.5 m in diameter and 3 m in height (Fig 9), with the upper dome. There is a circular opening about 50 cm in diameter at the top of the dome. The placing and emptying of the big products in the lower part is done from the front entrance while the placing and emptying of the upper products are made from this opening in the top. Firing takes 30 hours and then is expected to cool the oven for 4-5 days. The transfer of heat from the bottom of the furnace to the interior of the furnace is provided by a chimney of ~ 50 cm in diameter at a height of one and a half meters (Fig. 9). The top of the furnace is covered with a hole of ~ 25 cm in diameter (Fig. 10). Products are now ready for sale when they leave the kiln (Fig. 11).

Fig. 9. Inside view of the kiln [21]

Fig. 10. Shutting down the boiler [21]

Fig. 11. Top discharge of the kiln [21]

2. EXPERIMENTAL PROCEDURE

In this study, in addition to Daquq pottery, a local potter clay have been made to identify some key features. Chemical analysis of Potter clay near Daquq (~60-70 km away, near the Tigris River) are given in Table 1 [23]. The mineralogical analysis by the GNR APD 2000pro X-ray diffractometer has been performed to Daquq potter clay. In order to determine the other basic properties of clay, mixing water determination for the poter clay, the determination of the color of the firing at elevated temperatures (900ºC, 950ºC, 1000ºC, 1050ºC and 1100ºC) , again, for these temperatures, open porosity, water absoption and bulk density measurements have been performed.

Table 1. Chemical composition of poter clay near Daquq

Oxide	Amount (%)
SiO_2	39,96
Al_2O_3	10,3
Fe_2O_3	5,23
MgO	4,19
CaO	18,48
Na_2O	0,91
K_2O	0,55
SO_3	0,07
A.Z	18,26
Total	98,88

3. RESULTS AND DISCUSSION

X-ray diffractometer XRD mineralogical analysis of the pottery kiln is shown in Fig 12 and Table 2.

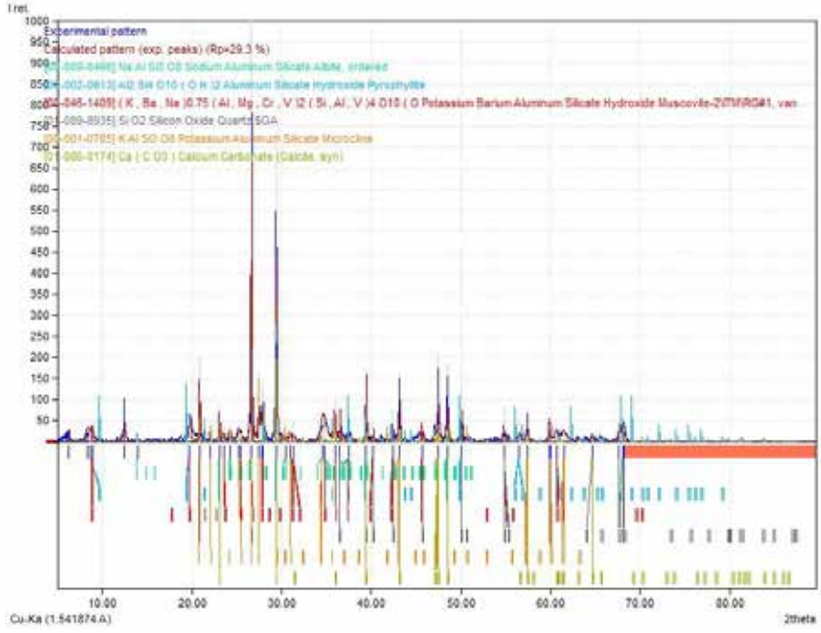
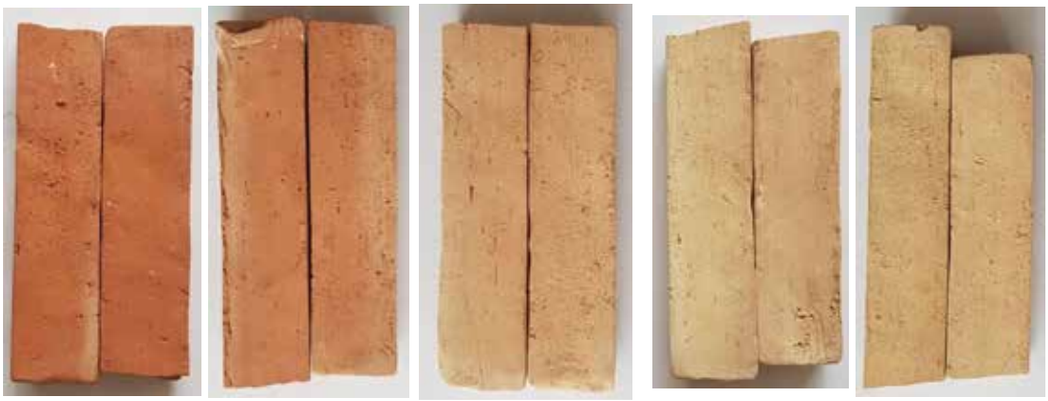


FİG.12. XRD mineralogical analysis of Daquq potery clay

Table 2. XRD mineralogical analysis of Daquq potery clay

Cart code	Mineral formula	Mineral name
01-086-0174	$CaCO_3$	Kalsiyum karbonat
01-089-8935	SiO_2	Silisyum dioksit-Kuvars
05-002-0613	$Al_2Si_4O_{10}(OH)_2$	Alüminyum silikat-profillit
04-046-1409	$(K,Ba,Na)_{0,75}Al,Mg,Cr,V)_2(Si,Al,V)_4O_{10}$	Potasyum Baryum Alüminyum Silikat Hidroksit-Muskovit)

The colour change of potery clay at increasing firing temperatures are given in Fig. 13.



a b c d e

Fig. 13. The colour change of potery clay at increasing firing temperatures: a) at 900ºC; b)at 950ºC; c)at 1000ºC; d)at 1050ºC'de; e) at 1100ºC

According to this, as the firing temperature increases, the color of the Dakuk clay becomes clear from the red soil color to the yellowish white color. For this reason, the clay-containing CaCO3 can be shown (Table 1 ,Table 2). It can be said that the products in the potter's workshop are fired at ≥1000ºC when these fired colors compare the colors of fired pots seen in Fig.11 It is normal that the colors of the products fired in the traditional kiln at the workshop become even whiter because the firing time of the traditional kiln at the workshop will be longer than that of the trial kiln

The amount of water required to shape the Daquq clay is 16.94% on average. This amount is somewhat lower than normal pottery clay. However, this clay is sufficiently plastic. The amount of firing loss at 1000ºC is 17.98%, drying shrinkage is 7.67% for Daquq clay.

According to the increasing firing temperatures of Daquq clay, the values of water absorption, open porosity and bulk density are given in Fig. 14 - Fig. 16. At 1200ºC, deformation (melting).of the fired pottery clay bodies was observed.

According to the graphic in Fig.14, the apparent porosity decreases by a significant amount up to 1050 ° C (~ 34% ~ 28%) and there is no decrease in apparent porosity due to temperature increase.

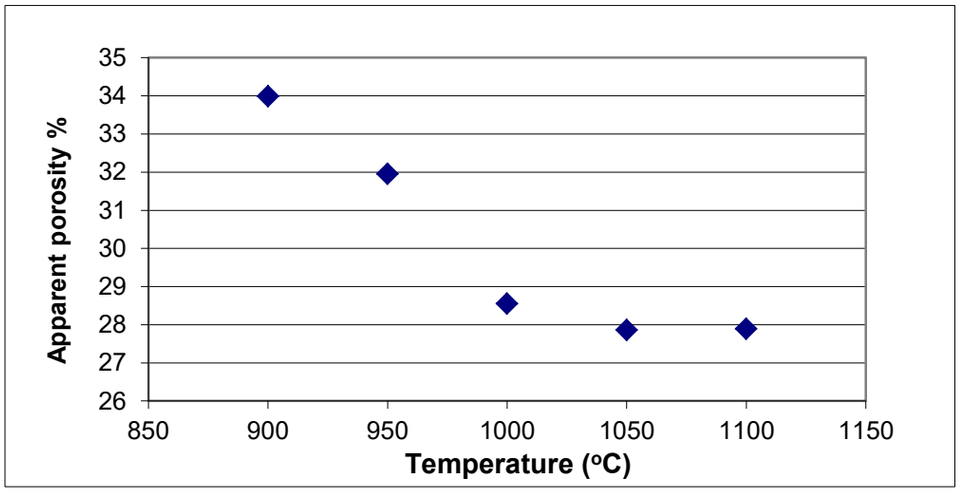


Fig.14. Apparent porosity -firing temperature graph of Daquq clay

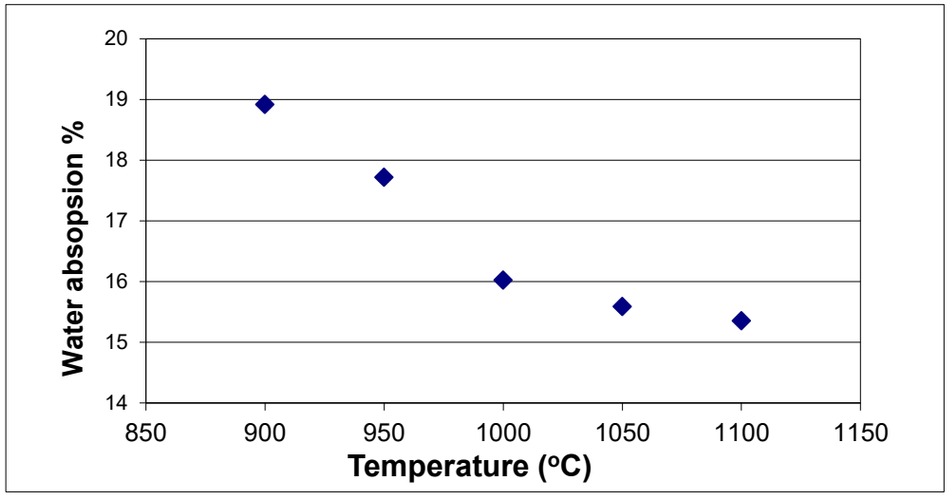


Fig. 15. Water absorpsion -firing temperature graph of Daquq clay

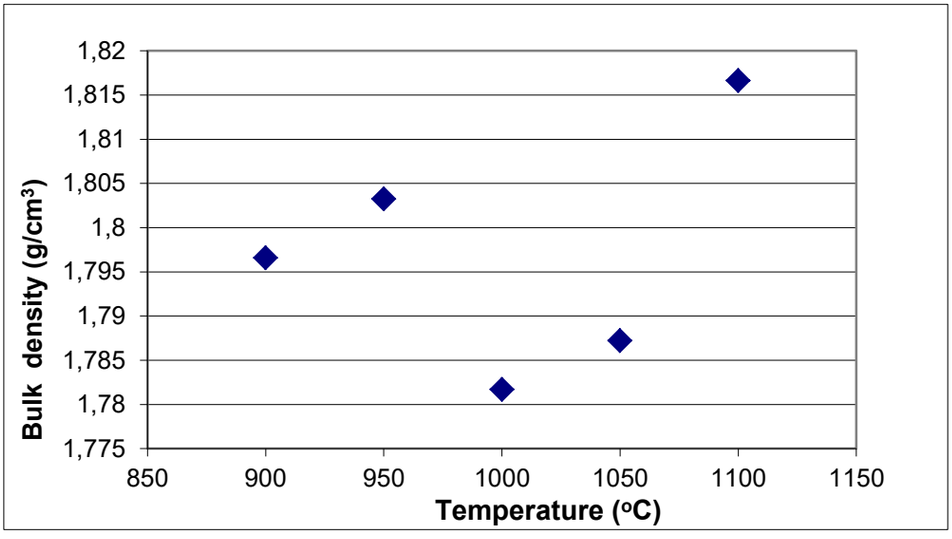


Fig. 16. Bulk density -firing temperature graph of Daquq clay

4. CONCLUSIONS

In this study, the workshop of the traditional potter Cemal Zeyn Bin Abidin in Dakuk village of Kirkuk and the pottery clay used in this workshop were explored. In this context, some characterization tests were also applied on the pottery clay. The Daquq potery clay is the main ceramic clay used in traditional pottery in Dakuk and its surroundings, and also in all the schools in the educational world. This clay is plastic enough for manual and potter's wheel shaping.

Daquq clay is containing calcium oxide, so even though the content of iron oxide is high, the color of the clay opens up as the temperature increases. The clay firing temperature should not exceed 1100ºC since the clay shows deformation at 1200ºC

REFERENCES

[1] Özen, A.T., *Geleneksel Çömlek Sanatı*, Anadolu Üniversitesi Yayınları, No. 1277, Halk Bilim ve Araştırma Merkezi Yayınları, No.01, Eskişehir, 2001.

[2] Güner, G., Anadolu'da Yaşamakta olan İlkel Çömlekçilik, I. Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu, 1-4, Eskişehir, 2001.

[3] Çakı, M., Yalçın Yastı, Ş., *Konya-Çukurçimen Çömlekçiliği*, SERES2005 3. Uluslararası Katılımlı Seramik, Cam, Emaye, Sır ve Boya Semineri, 286-294 Eskişehir, 2005.

[4] Peterson,S., Peterson, J., *Working With Clay* (Çev: Çizer, S.), *Seramik Yapıyoruz*, Türkçe Basım: Karakalem Kitabevi, 25, İzmir, 2009.

[5] Biçici, P., Çakı, M. ve Ercan, H.F., *Elazığ- Uslu Çömlekçi Kilinin Özellikleri*, *Seramik Astar ve Sırlarda Kullanımı*, 4. Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu, 116-117, Eskişehir, 2010.

[6] Yılmaz, İ.N, *Afyon-Bolvadin Çömlekçiliği ve Çömlekçi Killerinin Karakterizasyonu*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2000.

[7] Yalçın Yastı, Ş., *Konya Çukurçimen ve Doğanhisar Çömlekçi Killerinin Karakterizasyonu ve Renklendirici Malzeme Olarak Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2004.

[8] Yanık, G., Uz, V., Uz, B. ve Esenli F., *Salihli (Manisa) Bölgesi Tuğla-Kiremit Hammaddelerinin Teknolojik Özellikleri*, SERES2007 4. Uluslararası Katılımlı Seramik, Cam, Emaye, Sır ve Boya Semineri, 259-269 Eskişehir, 2007.

[9] Çakı, M., Karasu, B., Karaveli, K. ve Çapar, U., *Ayaş Çömlekçiliği ve Farklı kullanımlar İçin Ayaş Kırmızı Kilinin Özelliklerinin Belirlenmesi*, SERES2007 4. Uluslararası Katılımlı Seramik, Cam, Emaye, Sır ve Boya Semineri, 486-494 Eskişehir, 2007.

[10] Çakı, M., Karasu, B., Karaveli, K. ve Mühürcü, E., *Artvin Borçka Bölgesi Kırmızı Kilinin Özellikleri, Seramik Çamur ve Astar Üretiminde Kullanımı*,

SERES2007 4. Uluslararası Katılımlı Seramik, Cam, Emaye, Sır ve Boya Semineri, 486-494 Eskişehir, 2007.

[11] Taşçı, E.H., Uz, V., *Muttalip Bölgesi Kilinin Sinterleme Davranışı*, 4. Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu, 613-628, Eskişehir, 2010.

[12] Genç, S., Taçyıldız, E., *Kırklareli Çömlekçi Kilinin Sır Bünyesinde Kullanılabilirliğinin Araştırılması (1000-1200°C)*, 4. Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu, 315-330, Eskişehir, 2010.

[13] Çizer, S., *Batı Anadolu'da Geleneklerini Koruyan Bir Çömlekçilik Merkezi; Karacasu,* II. Uluslararası Seramik Kongresi, Türk Seramik Derneği Yayınları, Yayın No:10 482-492, 1994.

[14] Ünal, S., *Serinhisar Çömlekçiliği*, I. Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu, 180-187, Eskişehir, 2001.

[15] Özüdoğru, Ş., *Ahılı Çömlekçiliği*, II. Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu, 192-200, Eskişehir, 2002.

[16] Çobanlı, Z., Canbolat, A., *Avanos Çömlekçiliği,* 4. Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu, 241, Eskişehir, 2010.

[17] https://ipfs.io/ipns/tr.wikipedia-on-ipfs.org/wiki/Dakuk.html (Erişim tarihi:14.07.2017).

[18] http://www.worldmapfinder.com/GoogleMaps/Tr_Asia_Iraq_Kirkuk.html (Ziyaret tarihi: 13.07.2017).

[19] http://www.bloghaber.net/kakailer-kimdir.html (Ziyaret tarihi 15.07.2017).

[20] http://www.panoramio.com/photo/47268289 (Ziyaret tarihi 15.07.2017).)

[21] http://www.baixarmusicas.pro/musica/QdbLs7fEs3J/EmHunereLeEmeweMawe.html (Ziyaret tarihi: 21.12.2016).

[22]. https://pxhere.com/tr/photo/1160444 (Ziyaret tarihi: 16.07.2017).

KERKÜK VİLAYETİ DAKUK KASABASI ÇÖMLEKÇİ KİLİ VE KARAKTERİZASYONU

Şerife YALÇIN YASTI [1], Dana Salahaldin Shareef ALSALİHİ [2]

[1] Selçuk Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik Bölümü, Konya / TÜRKİYE

[2] Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Seramik Anasanat Dalı Konya / TÜRKİYE

ÖZET

Irak Kerkük Vilayeti Dakuk Kasabası civarında bulunan çömlekçi kili yörede bulunan bir kaç atölyenin yanında Cemal Zeyn Abidin ustanın çömlekçi atölyesinde de kullanılmakta ve aynı zamanda bu atölyede kullanıma hazır hale getirilip bölgede yer alan üniversite seramik eğitiminde ana malzeme olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada öncelikle Cemal Zeyn Abidin ustanın çömlekçi atölyesi ve çömlekçi kilinin hazırlanması, kullanımı hakkında araştırma yapılmış ve sonra çömlekçi kilinin fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Bu kapsamda kilin yoğrulma suyu, 900°C'den 1200°C'ye kadar artan sıcaklıklarda 50°C'lik aralıklarla gözeneklilik, su emme, bulk yoğunlukları ölçülmüş yine bu sıcaklıklar için pişme renklerine bakılmıştır. Kilin mineralojik analizi gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çömlekçi kili, Kırmızı kil, kil karakterizasyonu, Dakuk çömlekçi kili

1. GİRİŞ

Üretimi eski çağlara dayanan çömlek, çamurdan üretilmiş, şekillendirildikten sonra belirli bir dayanıklılık kazanıncaya kadar pişirilmiş belli bir işlevi olan gereçlere denilmektedir. Kullanım amacına göre istenirse içi ve dışına bezeme yapılabilmektedir [1,3]. Çömleğin ana hammaddesi kildir. Killerin, kimyasal ve mineral içeriği, rengi, plastikliği, pişirim sonrası özellikleri bulunduğu kil yatağına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Çömlek yapımında kullanılan killer genelde herhangi bir dolgu maddesi ya da eritici madde gerekmeden tek başına kullanılabilirler. Ayrıca bu killer genellikle toprak yüzeyine yakın kısımlarda bulunurlar ve milyonlarca yılın doğal koşullarına maruz kaldıkları için safsızlıkları yüksektir [3-5]. Bu çeşit killer başta demir oksit olmak üzere içerdikleri safsızlıklar nedeniyle ham haldeyken ve pişmiş haldeyken açık sarıdan koyu kahve tonlarına çok çeşitli renklerde olabilmektedirler. Bu yüzden genelde kırmızı kil olarak adlandırılsalar da çömlek yapımında kullanıldıkları için çömlekçi kili tabiri de yaygın kullanılmaktadır. Farklı yörelerde kullanılan kırmızı killer ya da diğer adıyla çömlekçi killerinin özelliklerini ortaya koymak ve bu killerin kullanımlarını geliştirmek adına birçok çalışma yapılmış ve halen yapılmaktadır [3,5-12].

Çömleğin hammadde özellikleri, üretim süreci, tasarım ve bezeme özellikleri, pişirildikten sonraki fiziksel, kimyasal ve mineralojik özellikleri üretim yerlerine göre değişiklik göstermektedir. Bu durum yöresel çömlekçilikle ilgili araştırmaları da beraberinde getirmektedir [2,3,9,14-16].

1.1. Dakuk Çömlekçiliği

Dakuk (Tavuk) Kerkük vilayetine bağlı bir kasabadır. Kerkük'ün güney kısmında yer almaktadır (Görsel 1). Nüfusu yaklaşık 50.000 kişidir [17]. Dakuk kasabası genel görünümü Görsel 2'de ve çömlekçi kilinin kullanıldığı tarihi minare Görsel 3'te görülmektedir. [19]

Görsel 1. Irak- Kerkük Vilayeti Dakuk kasabasının haritadaki konumu [18]

Görsel 2. Dakuk kasabası genel görünümü [19]

Görsel 3. Dakuk Kasabası'nda Atabeglerden kalan tarihi minare [20]

Kerkük-Dakuk kasabası sınırları içinde yer alan kil ocağındaki çömlekçi kili 1 adet Dakuk'ta ve 2 adet Kerkükte olmak üzere üç farklı çömlekçi atölyesinde kullanılmaktadır. Bu çalışmada Dakuk çömlekçi kilini kullanan atölyelere, bu atölyelerde çömlekçi kilin hazırlanması ve kullanılması üzerine yapılan araştırmaya ve çömlekçi kilinin karakterizasyonu çalışmalarına yer verilmiştir.

1.1.1 Cemal Zeyn Abidin Ustanın Atölyesi

Dakuk çömlekçi kili üç farklı atölyede ana malzeme olarak kullanılmaktadır. Bunlardan ilki yine Dakuk'ta bulunan Cemal Zein Abidin ustanın atölyesidir. Cemal Usta, Türk ve Kürt asıllı Kakein aşiretine mensuptur. Bu meslek atalarından yadigar kalmıştır.

Çömlekçi çamuru hazırlamak için önce Atölyenin hemen yanı başında bulunan kil ocağından kazma, kürek yardımıyla alınan kuru kil el arabası ile atölye bahçesinde bulunan kesik metal varillere taşınmaktadır (Görsel 4a). İçi su dolu bu varillerde bir süre bekletilen kilin burada suda dağılması sağlanmaktadır (Görsel 4b). Ardından yine atölye bahçesindeki yere kazılarak ve betonla kaplanarak hazırlanmış yaklaşık 4mx4 mx 0,5 m boyutlarında havuza elekten süzerek aktarılmaktadır. Havuzda 2-3 hafta bekleyen çamurun çökmesi sonucu yüzeyde biriken duru su usta tarafından alınmakta ve tekrar varillere eklenip diğer çamurların

dağıtılmasında kullanılmaktadır (Görsel 4c). Havuzda bir süre bekletilen ve suyunun büyük çoğunluğunu kaybeden çamur şayet satılacaksa çuvallara doldurulmaktadır. Bu çamurlar çevredeki üniversitelere (Süleymaniye ve Selâhaddin Üniversiteleri) ve Erbil'e ve Bağdat'taki bazı çömlekçi atölyelerine satılmaktadır. Bağdatta en az on atölye bulunmaktadır. Fakat bunlardan en az 6 sı bu atölyeden temin etmektedir.

a

b

c

Görsel 4. Çömlekçi kilinin hazırlanması aşamaları: a)ocaktan alma; b) varil içinde suda dağıtma; c)süzerek havuza aktarma çamurun çökmesi [21]

Ustanın kendi kullanacağı çamuru hazırlamak için ise yine havuzdan kovalarla atölyeye getirilen çamur elemanlar tarafından yalınayak çiğnemektedir. Bu işlem çamurun homojen hale gelmesi ve aynı zamanda özlülük (plastiklik) kazanması içindir. Çiğneme işleminde ayrıca çamura bir miktar denilen su kamışı bitkisinin üst kısmındaki tohumlu genelde kahverengi görünümlü yumuşak kısmından elde edilen beyaz tüycüklerden ilave edilmektedir (Görsel 5). Yerel Arap

dilinde bu saz bitkisine (Görsel 6) yada su kamışına bedri, beyaz tüycüklere de niffaj denilmektedir. Bu bitki bataklıkta yetişmektedir. Bu ilave ile hem çamurun plastikliği arttırılmakta, hem de 50^{o}C ye varan güneş ısısı altında ürünlerin kuruma sırasında çatlamalarını önlenmekte hem de su soğutma için kullanılan kapların gözenekli olması sağlanmaktadır. Buraya kadar ki işlemlerin yapılmasındaki sorumluluk atölyede ustanın akrabalarından olan yardımcı elemanlara aittir. Usta asıl bundan sonra devreye girmektedir.

Görsel 5. Çamura su kamışlarının tüycüklerinden ilave edilmesi [21]

Görsel 6. Su kamışı bitkisi [22]

Cemal Zeyn Abidin Usta tarafından yerdeki çamurdan birer parça alınıp yere vurularak havası alınmakta ve yuvarlak hale getirildikten sonra tezgâh üzerine koyulmaktadır. Çamurun bu haline top denilmektedir. Bu toplar tezgâh üzerinde tekrar iyice yoğrularak tornada kullanılacak hale getirilmektedir. Ocaktan alınan kilin kullanılacak hale gelmesi 3-4 haftayı bulmaktadır.

Irak'ta genel olarak çamur tornasına *vil* denilmektedir. Irakta üç tür çamur torna kullanılmaktadır; el tornası (vili), ayak tornası(vili) ve elektrikli torna (vil). Ustanın kendisi ayak tornası kullanmaktadır (Görsel 7).

a

b

Görsel 7. Cemal Zeyn Abidin ustanın kullandığı ayak tornası [21]: a) alt kısmından görünüm; b) üst kısmının görüntüsü

Tornada şekillendirilen ürünler yere serilmiş kumaş üzerine yerleştirilerek güneş altında kurumaya bırakılmaktadır (Görsel 8). Kumaş ürünün hava almasını sağlamaktadır. Ürünlerin homojen kuruması için en az dört kez yönleri değiştirilmektedir.

Görsel 8. Tornada şekillendirilen ürünlerin kurutulması [21]

Kuruyan ürünlerin pişirimi hem önden hem üstten yüklemeli geleneksel fırında gerçekleştirilmektedir. Ürünlerin rahat yerleştirilmesi ve boşaltılması için fırının çevresi duvarla örülmüş ve bu duvarın üstüne de fırın bacası açıklığı bırakılacak şekilde beton çekilerek dam şeklinde yapılmıştır. Fırın iki kısımdan oluşmaktadır. Ürünlerin koyulduğu kısım ve ateşin yakıldığı kısım. Ürünlerin koyulduğu kısım yaklaşık 2,5 m çapında ve 3 m yüksekliğinde (Görsel 9), üstü kubbe şeklinde, kubbenin tepesinde yaklaşık 50 cm lik çapta dairesel bir açıklık bulunmaktadır. Alt kısımdaki büyük ürünlerin fırına yerleştirilmesi ve boşaltılması öndeki girişten yapılırken daha üstteki küçük ürünlerin yerleştirilmesi ve boşaltımı tepedeki bu açıklıktan yapılmaktadır. Pişirim 30 saat sürmekte ardından 4-5 gün fırının soğuması için beklenmektedir. Fırının alt cehennemlik bölgesinden iç kısma ısının aktarımı tam merkezde bulunan bir buçuk metre yüksekliğinde ~50 cm çapında bir baca ile sağlanmaktadır (Görsel 9). Fırının üstteki bacası da pişirim başladıktan sonra yaklaşık 25 cm çapında dairesel alan dışında kapatılmaktadır (Görsel 10) . Ürünler fırından çıkınca artık satışa hazır haldedir (Görsel 11).

Görsel 9. Fırının iç görünümü [21]

Görsel 10. Bacanın kapatılması [21]

Görsel 11. Fırının üstten boşaltılması [21]

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada Dakuk çömlekçiliğinin yanında, kullanılan yöresel çömlekçi kilinin bazı temel özellikleri de belirlenmeye çalışılmıştır. Dakuk yakınlarından (~60-70 km uzaklıktaki Dicle nehri yakınlarından) alınan çömlekçi kil örneklerine ait kimyasal analiz [23] Çizelge 1'de verilmektedir. Çömlekçi kiline GNR APD 2000pro X ışınları difraktometre cihazı ile mineralojik analiz gerçekleştirilmiştir. Kilin diğer temel özelliklerini belirlemek amacıyla yoğrulma suyu tayini, 900ºC, 950ºC, 1000ºC, 1050ºC ve 1100ºC'de pişme rengi tayini, yine bu sıcaklıklar için su emme, görünür porozite ve yığınsal (bulk) yoğunluk tayinleri gerçekleştirilmiştir.

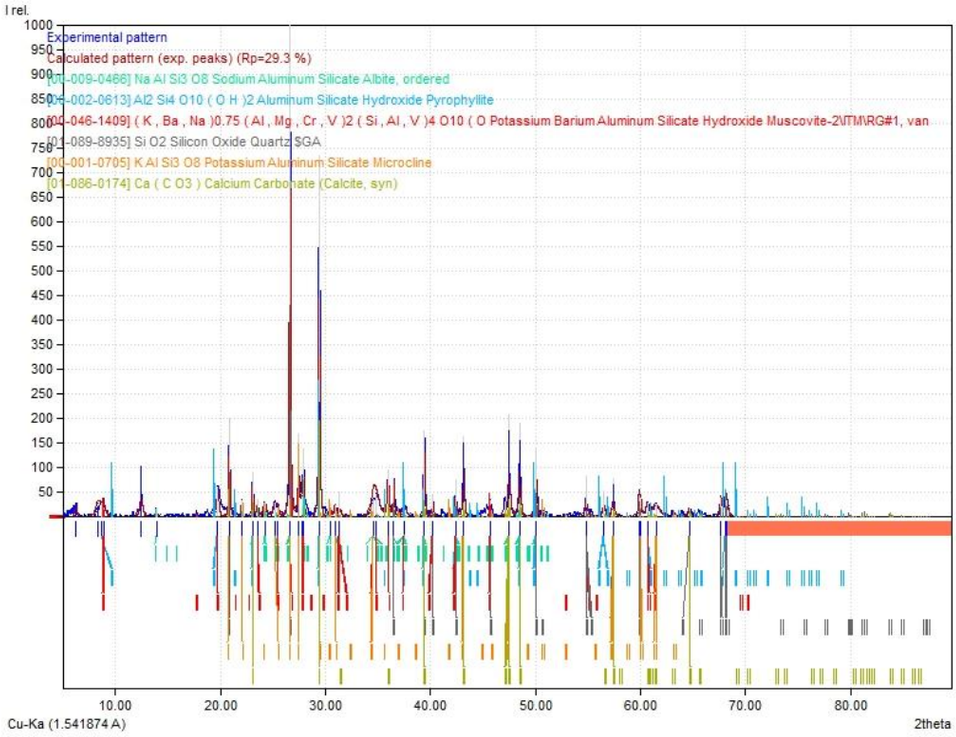
Çizelge 1. Dakuk yakınlarına ait çömlekçi kili kimyasal analizi [23]

Oksit adı	Miktarı (%)
SiO_2	39,96
Al_2O_3	10,3
Fe_2O_3	5,23
MgO	4,19
CaO	18,48
Na_2O	0,91
K_2O	0,55
SO_3	0,07
A.Z	18,26
Toplam	98,88

A.Z. Ateş Zayiatı

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Dakuk çömlekçi kilinin X ışınları difraktometre XRD mineralojik analiz sonucu Görsel 12 ve Çizelge 1'de verilmiştir.

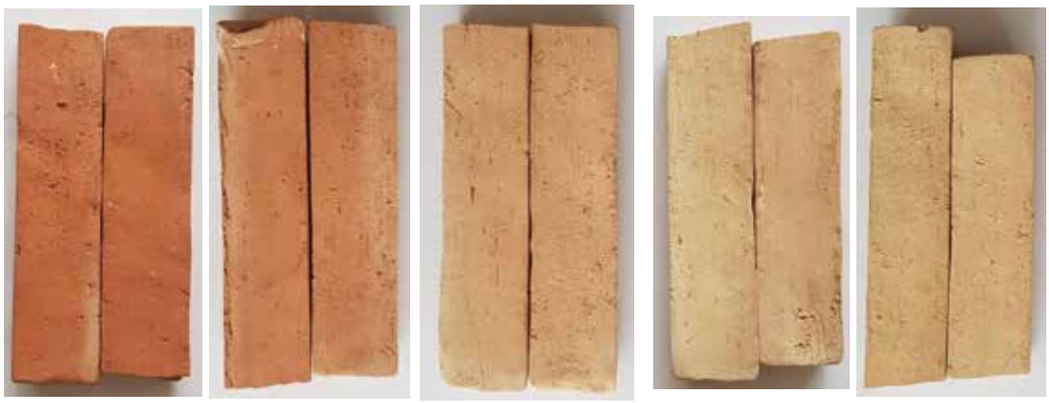


Görsel 12. Dakuk çömlekçi kilinin XRD mineralojik analiz grafiği

Çizelge 1. Dakuk çömlekçi kilinin XRD mineralojik analizi

Kart no	Mineral formülü	Mineral adı
01-086-0174	$CaCO_3$	Kalsiyum karbonat
01-089-8935	SiO_2	Silisyum dioksit-Kuvars
05-002-0613	$Al_2Si_4O_{10}(OH)_2$	Alüminyum silikat-profillit
04-046-1409	$(K,Ba,Na)_{0,75}Al,Mg,Cr,V)_2(Si,Al,V)_4O_{10}$	Potasyum Baryum Alüminyum Silikat Hidroksit-Muskovit)

Dakuk kilinin artan sıcaklıklarda pişme rengindeki değişim Görsel 13'de verilmektedir.



a b c d e

Görsel 13. Dakuk çömlekçi kili pişme rengi: a) 900°C'de; b) 950°C'de; c) 1000°C'de; d) 1050°C'de; e) 1100°C'de

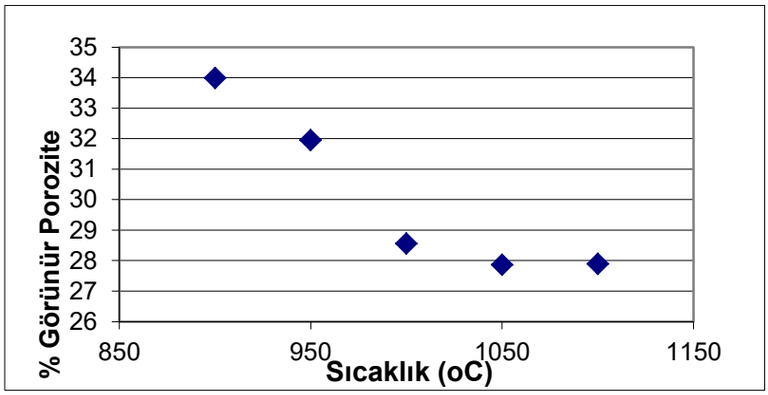
Buna göre Dakuk çömlekçi kili pişirim sıcaklığı arttıkça rengi açılan bir kildir. Buna sebep ham kilin içerdiği $CaCO_3$ gösterilebilir (Çizelge 1). Bu pişme renkleriyle Görsel 11'de görülen pişmiş ürünlerin renkleri kıyaslandığında atölyedeki ürünlerin ≥1000°C'de pişirildikleri söylenebilir. Pişirim süresinin uzunluğunun deneme fırınına göre daha uzun olduğunu da düşünürsek atölyeki geleneksel fırında pişirilen ürünlerin renklerinin daha açık olması normal görülebilir.

Dakuk kiline ait yoğrulma suyu miktarı ortalama % 16,94'dür. bu miktar normal çömlekçi killerine göre çok azbir miktar düşüktür. Buna karşın yeterince plastiktir.

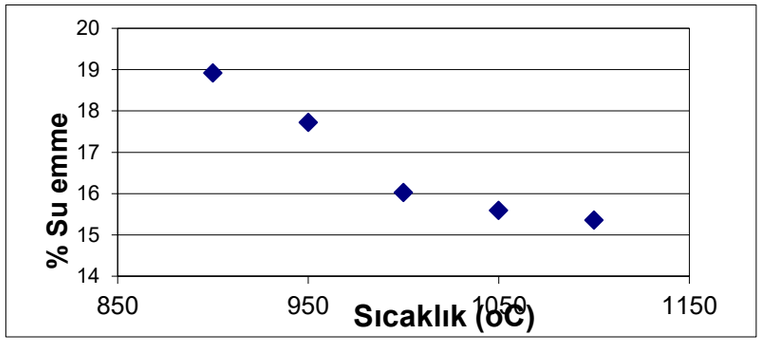
Dakuk kilinin artan pişme sıcaklıklarına göre su emme, açık porozite ve yığınsal (bulk) yoğunluk değerleri Görsel 14-Görsel 16' da verilmiştir. 1200°C'deki pişirimlerde Dakuk çömlekçi kil bünyelerde deformasyon yani erime gözlenmiştir.

Dakuk kili görünür porozitenin sıcaklıkla değişim grafiğine göre (Görsel 14) görünür porozite 1050°C'ye kadar belirgin miktarda azalmakta (~%34'den ~%28'e) daha sonra görünür porozitede sıcaklık artmasından dolayı bir azalma görülmemektedir. Su emme-sıcaklık grafiğine göre (Görsel 15) 1000°C'ye kadar %3 azalmış olan su emme bu sıcaklıktan 1100°C'ye kadar sadece ~% 0,8 azalmıştır. Görünür porozite sıcaklıkla azalmakta tabiki su emme de buna paralel azalmaktadır. Görsel 16'daki kilin sıcaklık-bulk yoğunluk grafiğine bakıldığında ise farklı bir durum karşımıza çıkmaktadır. Sıcaklık 950°C'ye yükseldiğinde bulk yoğunluk önce geçici bir artış göstermekte fakat pişirim sıcaklığı 1000°C'ye yükseltildiğinde birden azalmakta ve sonra pişirim sıcaklığı arttıkça tekrar artmaktadır. 1000°C'de oluşan düşmenin sebebi kil içeriğinde bulunan kalsiyum karbonattın bozunması ve karbon dioksitin tamamen uzaklaşmış olması gösterilebilir. Daha sonra sıcaklık arttıkça pekişme artmış ve dolayısıyla bulk yoğunlukta da artış meydana gelmiştir.

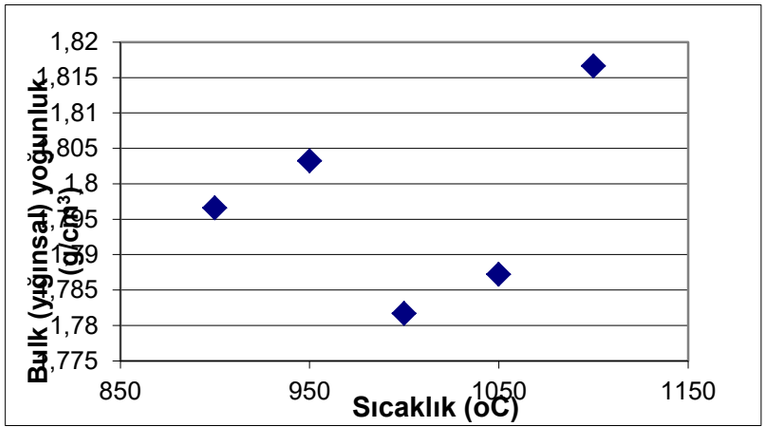
Dakuk kili görünür porozitenin sıcaklıkla değişim grafiğine göre (Görsel 14) görünür porozite 1050°C'ye kadar belirgin miktarda azalmakta (~%34'den ~%28'e) daha sonra görünür porozitede sıcaklık artmasından dolayı bir azalma görülmemektedir. Su emme-sıcaklık grafiğine göre (Görsel 15) 1000°C'ye kadar %3 azalmış olan su emme bu sıcaklıktan 1100°C'ye kadar sadece ~% 0,8 azalmıştır. Görünür porozite sıcaklıkla azalmakta tabiki su emme de buna paralel azalmaktadır. Görsel 16'daki kilin sıcaklık-bulk yoğunluk grafiğine bakıldığında ise farklı bir durum karşımıza çıkmaktadır. Sıcaklık 950°C'ye yükseldiğinde bulk yoğunluk önce geçici bir artış göstermekte fakat pişirim sıcaklığı 1000°C'ye yükseltildiğinde birden azalmakta ve sonra pişirim sıcaklığı arttıkça tekrar artmaktadır. 1000°C'de oluşan düşmenin sebebi kil içeriğinde bulunan kalsiyum karbonattın bozunması ve karbon dioksitin tamamen uzaklaşmış olması gösterilebilir. Daha sonra sıcaklık arttıkça pekişme artmış ve dolayısıyla bulk yoğunlukta da artış meydana gelmiştir.



Görsel 14.Dakuk kili artan sıcaklıkla görünür porozitenin değişimi grafiği



Görsel 15. Dakuk kili artan sıcaklıkla su emmenin değişim grafiği



Görsel 16. Dakuk kili artan sıcaklıkla bulk yoğunluk değişimi

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, Kerkük'e bağlı Dakuk kasabasında geleneksel çömlekçilikle uğraşan Cemal Zeyn Bin Abidin Usta'nın atölyesi ve bu atölyede kullanılan çömlekçi kili üzerine araştırma yapılmıştır. Bu kapsamda çömlekçi kili üzerine de bazı karakterizasyon testleri uygulanmıştır. Dakuk çömlekçi kili Dakuk ve çevresinde geleneksel çömlekçilikte ve ayrıca eğitim veren çevredeki tüm okullarda kullanılan başlıca kildir. Elle ve torna ile şekillendirme için yeterince plastiktir. Bu kil kalsiyum oksit içeren bir kildir bu nedenle her ne kadar demir oksit içeriği olsa da pişme rengi sıcaklık arttıkça açılmaktadır. Dakuk çömlekçi kili 1200ºC'de erime gösterdiğinden çalışma sıcaklığı 1100ºC yi geçmemelidir.

KAYNAKÇA

[1] Özen, A.T., *Geleneksel Çömlek Sanatı*, Anadolu Üniversitesi Yayınları, No. 1277, Halk Bilim ve Araştırma Merkezi Yayınları, No.01, Eskişehir, 2001.

[2] Güner, G., Anadolu'da Yaşamakta olan İlkel Çömlekçilik, I. Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu, 1-4, Eskişehir, 2001.

[3] Çakı, M., Yalçın Yastı, Ş., *Konya-Çukurçimen Çömlekçiliği*, SERES2005 3. Uluslararası Katılımlı Seramik, Cam, Emaye, Sır ve Boya Semineri, 286-294 Eskişehir, 2005.

[4] Peterson,S., Peterson, J., *Working With Clay* (Çev: Çizer, S.), *Seramik Yapıyoruz*, Türkçe Basım: Karakalem Kitabevi, 25, İzmir, 2009.

[5] Biçici, P., Çakı, M. ve Ercan, H.F., *Elazığ- Uslu Çömlekçi Kilinin Özellikleri*, *Seramik Astar ve Sırlarda Kullanımı*, 4. Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu, 116-117, Eskişehir, 2010.

[6] Yılmaz, İ.N, *Afyon-Bolvadin Çömlekçiliği ve Çömlekçi Killerinin Karakterizasyonu*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2000.

[7] Yalçın Yastı, Ş., *Konya Çukurçimen ve Doğanhisar Çömlekçi Killerinin Karakterizasyonu ve Renklendirici Malzeme Olarak Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2004.

[8] Yanık, G., Uz, V., Uz, B. ve Esenli F., *Salihli (Manisa) Bölgesi Tuğla-Kiremit Hammaddelerinin Teknolojik Özellikleri*, SERES2007 4. Uluslararası Katılımlı Seramik, Cam, Emaye, Sır ve Boya Semineri, 259-269 Eskişehir, 2007.

[9] Çakı, M., Karasu, B., Karaveli, K. ve Çapar, U., *Ayaş Çömlekçiliği ve Farklı kullanımlar İçin Ayaş Kırmızı Kilinin Özelliklerinin Belirlenmesi*, SERES2007 4. Uluslararası Katılımlı Seramik, Cam, Emaye, Sır ve Boya Semineri, 486-494 Eskişehir, 2007.

[10] Çakı, M., Karasu, B., Karaveli, K. ve Mühürcü, E., *Artvin Borçka Bölgesi Kırmızı Kilinin Özellikleri, Seramik Çamur ve Astar Üretiminde Kullanımı*,

SERES2007 4. Uluslararası Katılımlı Seramik, Cam, Emaye, Sır ve Boya Semineri, 486-494 Eskişehir, 2007.

[11] Taşçı, E.H., Uz, V., *Muttalip Bölgesi Kilinin Sinterleme Davranışı*, 4. Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu, 613-628, Eskişehir, 2010.

[12] Genç, S., Taçyıldız, E., *Kırklareli Çömlekçi Kilinin Sır Bünyesinde Kullanılabilirliğinin Araştırılması (1000-1200°C)*, 4. Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu, 315-330, Eskişehir, 2010.

[13] Çizer, S., *Batı Anadolu'da Geleneklerini Koruyan Bir Çömlekçilik Merkezi; Karacasu,* II. Uluslararası Seramik Kongresi, Türk Seramik Derneği Yayınları, Yayın No:10 482-492, 1994.

[14] Ünal, S., *Serinhisar Çömlekçiliği*, I. Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu, 180-187, Eskişehir, 2001.

[15] Özüdoğru, Ş., *Ahılı Çömlekçiliği*, II. Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu, 192-200, Eskişehir, 2002.

[16] Çobanlı, Z., Canbolat, A., *Avanos Çömlekçiliği,* 4. Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu, 241, Eskişehir, 2010.

[17] https://ipfs.io/ipns/tr.wikipedia-on-ipfs.org/wiki/Dakuk.html (Erişim tarihi:14.07.2017).

[18] http://www.worldmapfinder.com/GoogleMaps/Tr_Asia_Iraq_Kirkuk.html (Ziyaret tarihi: 13.07.2017).

[19] http://www.bloghaber.net/kakailer-kimdir.html (Ziyaret tarihi 15.07.2017).

[20] http://www.panoramio.com/photo/47268289 (Ziyaret tarihi 15.07.2017).)

[21] http://www.baixarmusicas.pro/musica/QdbLs7fEs3J/EmHunereLeEmeweMawe.html (Ziyaret tarihi: 21.12.2016).

[22]. https://pxhere.com/tr/photo/1160444 (Ziyaret tarihi: 16.07.2017).

[23] Muhammed Ali Z. L., YL semineri, Bağdat Üniversitesi Güzel Sanatlar Akademisi, Bağdat, 2009.

CHARACTERIZATION OF ÇANKIRI KALFAT FELDSPARS AND ITS UTILIZATION IN MANUFACTURING PORCELAIN TILE

İskender IŞIK [1], Sinem AKSAN [2], Sezgin AKSAN [3]

[1, 2] Dumlupınar University, Faculty of Engineering, Department of Materials Science and Engineering, Kütahya / TURKEY

[3] Dumlupınar University, Institute of Science
Department of Materials Science and Engineering, Kütahya / TURKEY

ABSTRACT

The aim of this study is to search the utilization of Çankırı Kalfat's region feldspars as a substitute alternative material for Aydın_Çine Na-feldspars. For that reason, Çankırı-Kalfat region feldspar was utilized in the research instead of Aydın-Çine Na-feldspar with the ratio of 5%, 10%, within the porcelain tile (also known as granite tile) prescription. Firstly, density measurement and particle size analysis of the prepared prescriptions were done for green body. In the next step, the dried mud was ground to 5% moisture content suitable for granite tile production. The granulated powder were shaped in a laboratory press with a pressure of 460 kg/cm². Later, the shaped specimens were fired in porcelain tile production conditions. The shrinkage, compressive strength, water absorption and color values of fired specimens were calculated. In the end of the study, it was detected that as the proportion of the feldspar of Çankırı Kalpat region increases, the particle size of the mud increases (at the same grinding times), the shrinkages of the fired specimens increases, their compressive strength decreases, the water absorption ratios rises and their whiteness colour decreases.

It is concluded that consuming Çankırı Kalfat region feldspars 10% instead of Aydın-Çine region feldspar within porcelain tile body is lowering the cost of production 4,5%. Furthermore, it is estimated that utilization of Çankırı Kalfat region feldspars more than 10% in the tile body should be possible provided that lowering the sieve residue.

KEY WORDS: Ceramic Tile, Feldspar, Çankırı/Kalfat.

1. INTRODUCTION

The aim of this study is to search the utilization of Çankırı Kalfat's region feldspars as a substitute alternative material for Aydın_Çine Na-feldspars (Albite). For that reason, Çankırı-Kalfat region feldspar was utilized in the research instead of Aydın-Çine Na-feldspar with the ratio of 5%, 10%, within the porcelain tile (also known as granite tile) prescription.

Feldspars, one of the most important minerals that make up the earth's crust, is the general name of a mineral group [1]. Feldspar is the most widespread important mineral group in the world, forming around 60% of the earth's crust, and is used in glass manufacturing, in the production of ceramics, and in value-added applications such as fillers and extenders in plastics, paint, and rubber (Vidyadhar et al., 2002). The sodium feldspar is preferred by many ceramic and glaze manufacturers as it exhibits a stronger fluxing property than potassium feldspar, which controls the degree of vitrification. Potassium feldspar is often used in the manufacture of highvoltage electrical porcelain. Chemically, feldspar is a general term applied to the aluminosilicate mineral group combined with potassium, sodium, or calcium, or a mixture of these elements. They are described as potassium feldspar (orthoclase and microcline, $KAlSi_3O_8$), sodium feldspar (albite, $NaAlSi_3O_8$), and calcium feldspar (anorthite, $CaAl_2Si_2O_8$). Turkey with its abundant feldspar reserves is emerging as the world leader in terms of its production. Large reserves of feldspar ores exist in the Aegean region of Turkey. Although most of the reserves are saleable, either directly or after simple processing, it appears that the quality of the feldspar could be increased by applying conventional concentration techniques, i.e. floatation and magnetic separation. In general, the gangue minerals associated with feldspar are mica and iron-bearing basic silicates such as garnet, tourmaline and hornblende [2].

Ceramic tiles are materials produced mostly by a fast firing process of clay, quartz, calcite, pyrophyllite and feldspar mixtures. This building material, generally used in flooring and also as wall covering and ventilated facades, is endowed with high technological properties such as low thermal conductivity, high mechanical strength and excellent chemical and abrasion resistance [1–7]. These properties mean that ceramic tiling was actually the material with the highest increase in production and sales over all other ceramic building materials.

The ceramic tile industry is a dynamic sector whose technological innovation and market trends have drawn a complex picture of products and processes. Raw materials have been deeply involved in such an evolution: the flexibility of current manufacturing cycles enables the use of a very wide range of clays, whose chemical and mineralogical composition, particle size distribution and ceramic properties were reappraised. The demand for feldspar as a raw material for the ceramic and glass industries is continuously increasing [2]. In Morocco, the traditional sources of feldspar ores are rare (Jebel Zerhoun which is located at 25 km north of Meknes), this implies a great importation of this raw material. Feldspathic materials are used extensively wherever manufacturers intend to achieve a high degree of vitrification: for example, in porcelain tiles and light colored low porosity products 25 to 55% is used. In

vitreous-china sanitary ware and porcelain, feldspathic materials are introduced in quantities ranging from 20 to 30% and from 17 to 37% respectively. Producers select potassium or sodium feldspar according to the desired specifications of the final product [3].

Kurca and his friends (Kalemaden San. And Tic.) have conducted experimental investigations to increase the flotation efficiency of the feldspar (albite) ore of the Çine region. The physical, chemical and mineralogical properties of the feldspar (albite) ore and the free grain size were determined. It was found that the dimension of the albite mineral was below 300 microns and the feldspar orifice was prepared for flotation by crushing-milling tests. Research has been done to find out the advantages such as the removal of acid use, the use of one kind of chemical, reduction of workmanship, increase of capacity, ease of control, cost reduction [4].

Günçelik and her colleagues carried out a study aimed at separating feldspar and quartz from each other in order to meet the needs of different industries. The aim here is a feldspar mineral which can be used for the porcelain and ceramic industry. The effects of single and double valent (NaCl, KCl, CaCl2, BaCl2) salts on Nevsehir-Gülşehir ore were investigated. Denver flotation experiments were used to determine the working parameters in both natural and HF environments. It has been determined that the products obtained as a result of the studies can be used in the ceramic and porcelain industry [5].

As an alternative source of raw material research, Kayaci and his colleagues conducted a survey on the availability of alkaline raw materials around Söğüt (Bilecik) as ceramic tile raw materials. The purpose of this study is to determine whether the alkaline raw materials around Söğüt are suitable for use in floor and wall tiles. Experimental studies were carried out on the samples and the properties of firing were determined. It has been determined that alkali raw materials can be used as plastics and flux for floor and wall tiles production [6].

In recent years, many researches have been made to increase the enrichment efficiency of the feldspar ores used in the ceramic industry. In this study, it was aimed to investigate alternative raw materials in order to reduce the cost of ceramic tile production.

2. EXPERIMENTAL STUDIES

Firstly, chemical analysis of the feldspar of the Çankırı Kalfat region has been done. As shown in Table 1, the Kalfat feldspar has 10.90% Na2O content.

Table 1. Chemical analysis results of Çankırı Kalfat Feldspar done by XRF method.

Sample	**SiO_2 (%)**	**Al_2O_3 (%)**	**TiO_2 (%)**	**Fe_2O_3 (%)**	**CaO (%)**	**MgO (%)**	**K_2O (%)**	**Na_2O (%)**	**KK (%)**	**Total (%)**
KALFAT FELDSPAR	67.60	19.90	0.25	0.08	0.83	0.12	0.10	10.90	0.22	100.0

2.1. Ceramic Tile Experiments with Çankırı - Kalfat region Feldspar

Çankırı-Kalfat region feldspar was utilized in the research instead of Aydın-Çine Na-feldspar with the ratio of 5%, 10%, within the porcelain tile (also known as granite tile) prescription (Table 2). Firstly, density measurement and particle size analysis of the prepared prescriptions were done for green body (Table 3).

Table 2. Raw material ratios for the prepared recipes (as weight percent).

	RECIPE 1	RECIPE 2
KAOLEN A	10	10
KAOLEN B	10	10
CLAY A	22	22
CLAY B	10	10
FELDSPAR 1	23	28
FELDSPAR 2	20	10
KALFAT FELDSPAR	5	10
TOTAL	100	100

Table 3. Density values of Recipes

	STANDART TILE	RECIPE 1	RECIPE 2
Density (gr/lt)	1690	1687	1685
Sieve residue (63 mikron)	0,9	0,99	1,01

In the next step, the dried mud was ground to the 5% moisture content suitable for granite tile production. The granulated powder were shaped in a laboratory press with a pressure of 460 kg/cm². Later, the shaped specimens were fired in porcelain tile production conditions (Table 4).

Table 4. Firing Shrinkage Values of Recipes

	STANDART TİLE	RECIPE 1	RECIPE 2
Grinding Time (dk)	50	50	50
Shrinkage (%)	7,08	7,09	7,16

As indicated in Table 4, the grinding time was kept the same, and the fired shrinkage rate of the samples increased.

Table5. Compressive Strength Values of Recipes

	STANDART TİLE	RECIPE 1	RECIPE 2
Compressive Strength (kg/cm ²)	585,70	578,40	533,00

As shown in Table 5, the strength value of the fired ceramic tile with Kalfat feldspar added by 5% compared to the standard prescription decreased by 1.25%. The strength value of Recipe 2 with Kalfat feldspar added by 10% is decreased by 9%. Table 6 shows the water absorption rates of the prepared samples.

Table6. Water Absorption Ratios of Recipes

	STANDART TİLE	RECIPE 1	RECIPE 2
Water Absorption (%)	0,030	0,032	0,036

The color measurements of the samples were made with Minolta brand L, a, b instruments. The variation of color values is given in Table 7. The addition of 5% and 10% Calcium Feldspar were considered to be acceptable . It is thought that clay and kaolin experiment in whitish color can be done in order to prevent color change there.

Table 7. L, a, b values of Recipes

	STANDART TILE	RECIPE 1	RECIPE 2
L	78,04	77,66	77,22
a	1,74	1,77	1,81
b	9,82	10,01	10,20

3. RESULTS AND EVALUATION

The shrinkage, compressive strength, water absorption and color values of fired specimens were calculated.

The shrinkage of Recipe 1 is 7.09% and for Recipe 2 is 7.16%. Compressive strength of recipe 1 is measured as 533 kg / cm ² while compressive strength of recipe 1 is 578.40 kg / cm ². The water absorption value of Recipe 1 is 0.032, while the water absorption value of Recipe 2 is 0.036. The whiteness value of Recipe 1 is 77.66 and the whiteness value of Recipe 2 is 77.22.

In the end of the study, it was detected that as the proportion of the feldspar of Çankırı Kalpat region increases, the particle size of the mud increases (at the same grinding times), the shrinkages of the fired specimens increases, their compressive strength decreases, the water absorption ratios rises and their whiteness colour decreases.

4. GENERAL RESULTS

It is concluded that consuming Çankırı Kalfat region feldspars 10% instead of Aydın-Çine region feldspar is suitable in terms of reasonable production cost. Furthermore, it is estimated that utilization of Çankırı Kalfat region feldspars more than 10% in the tile body should be possible .

The effect of increasing rates of Kalfat feldspar on final product properties should be investigated. In addition, in order to improve final properties such as firing color, strength and water absorption of the product together with Kalfat feldspar, it is necessary to investigate increasing use of Kalfat feldspar by making different raw materials and ceramic tile experiments.

REFERENCES

[1] Tezcan, İ., Çiçek, S. ve Demirhan, H., Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Toprak Sanayii Hammaddeleri , Madencilik Özl İhtisas Komisyonu Raporu, 85-95, Ankara, 2001.

[2] Bayata, O. , Arslan,V., Cebeci, Y. , Combined application of different collectors in the floatation concentration of Turkish feldspars, Minerals EngineeringVolume 19, Issue 1, , Pages 98-101. January 2006.

[3] Ahmed M., AbdeslamEl B., Iz-EddineEl Amrani El H., Complete characterization of Berrechid clays (Morocco) and manufacturing of new ceramic using minimal amounts of feldspars: Economic implication Case Studies in Construction Materials Volume 7, , Pages 144-153, December 2017.

[4] Kurcan, İ., Feldspat Cevheri Zenginleştirme Veriminin Artırılması, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Maden Mühendisliği Bölümü, Cevher Hazırlama Ana Bilim Dalı Eylül, 2006 .

[5] Günçelik, S. , K- Feldspat ile Na- Feldspatın Flotasyonla Seçimli Ayırımında Çok Değerlikli İyonların Etki Mekanizmasının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi ,Dumlupınar Üniversitesi Maden Mühendisligi Anabilim Dalı Temmuz – 2006

[6] K. Kayacı, H. Kaşıkçı, M. Çifçi & B. Aylakçı Söğüt (Bilecik) Civarındaki Alkalili Hammaddelerin Yer-Duvar Karosu Masse Hammaddesi Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması, Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 13-14 Mayıs 2004, izmir, Türkiye

ÇANKIRI KALFAT YÖRESİ FELDSPATLARININ SERAMİK SEKTÖRÜNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN ÖN ARAŞTIRMASI

İskender IŞIK [1], Sinem AKSAN [2], Sezgin AKSAN [3]

[1, 2] Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü, Kütahya / TÜRKİYE

[3] Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Kütahya / TÜRKİYE

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Seramik karo, Feldspat, Çankırı/Kalfat.

Bu çalışmada seramik karo reçetelerinde kullanılan Aydın – Çine Feldspatlarının yerine, sırası ile %5, %10 oranlarında Çankırı – Kalfat bölgesi Feldspatı kullanılmıştır. Hazırlanan reçetelerin çamur halinde yoğunluk ve elek bakiyeleri ölçülmüştür. Kurutulan çamurlar toz haline getirilip seramik karo üretiminde uygun olan %5 granül nem içeriğine getirilmiştir. Granüller laboratuvar presinde 460 kg/cm² basınç ile şekillendirilmiştir. Numunelerin seramik karo üretim şartlarında pişirimleri yapılmıştır.

Pişmiş numunelerin küçülme yüzdesi, mukavemeti, su emme ve renk değerleri ölçülmüştür. Çalışmada Çankırı Kalfat yöresi feldspatlarının oranı arttıkça aynı öğütme sürelerinde çamur tane boyutunun arttığı, pişmiş numunelerin küçülme yüzdesinin arttığı, mukavemetin düştüğü, su emme değerlerinin yükseldiği ve beyazlığının da azaldığı görülmüştür.

Sonuç olarak, Çankırı Kalfat yöresi feldspatlarının Aydın-Çine bölgesi feldspatının yerine ağırlıkça % 10 oranında kullanımı seramik karo üretim maliyetini %4,5 azaltacağı saptanmıştır.

1. GİRİŞ

Bu çalışmanın amacı; seramik karo üretiminde kullanılmakta olan Aydın–Çine bölgesi sodyum feldspatının yerine, Çankırı-Kalfat bölgesi feldspatlarının alternatif olarak kullanılabilirliğinin araştırılmasıdır.

Feldspatlar doğada çok yaygın bulunmasına rağmen az sayıda oluşum cam ve seramik sanayine uygun özellik içermektedir [1]. Feldspat, yer kabuğunun yaklaşık % 60'ını oluşturur ve endüstride başlıca cam, seramik, plastik, boya, dolgu ve kauçuk gibi uygulamalarda kullanılır. Vitrifikasyon derecesini kontrol eden potasyum feldspattan daha güçlü bir akıcılık özelliği sergilediğinden, sodyum feldspat birçok seramik ve sır üreticisi tarafından tercih edilir. Potasyum feldspat genellikle yüksek gerilim elektrikli porselen imalatında ve porselen ürünlerde kullanılır. Kimyasal olarak feldspat, potasyum, sodyum veya kalsiyum ile kombine edilmiş alüminosilikat mineral grubuna veya bu elementlerin bir karışımına uygulanan genel bir terimdir. Bunlar, potasyum feldspat (ortoklaz ve mikroklin, $KAlSi_3O_8$), sodyum feldspat (albit, $NaAlSi_3O_8$) ve kalsiyum feldspat (anortit, $CaAl_2Si20_8$) olarak tanımlanmaktadır. Boyat ve arkadaşları geniş feldspat rezervleri ile Türkiye'yi, üretim açısından dünya lideri olarak değerlendirmektedirler. Feldspat cevherlerinin büyük rezervleri Türkiye'nin Ege bölgesinde bulunmaktadır. Rezervlerin çoğu doğrudan ya da basit işlemden sonra satılabilir olmasına karşın, feldspatın kalitesinin klasik konsantrasyon teknikleri, yani yüzdürme ve manyetik ayırma uygulanarak arttırılabilir olduğu görülmektedir [2].

Seramik karolar, kil, kuvars ve feldspat karışımlarının hızlı pişirme işlemi ile üretilen malzemelerdir. Genellikle yer, duvar kaplama ve dış cephelerde kullanılan bu yapı malzemesi, düşük termal iletkenlik, yüksek mekanik mukavemet ve mükemmel kimyasal ve aşınma direnci gibi özelliklere sahiptir. Bu özellikleriyle, seramik döşemeler aslında diğer tüm yapı malzemeleri üzerinde üretim ve satışlarda en fazla yer alan malzeme anlamına gelir. Seramik karo endüstrisi, teknolojik yenilikleri ve pazar eğilimleri, ürün ve süreçlerin karmaşık bir resmini çeken dinamik bir sektördür. Bu sektörde kullanılan hammaddeler de bu dinamizmden derinden etkilenmiştir. Mevcut imalat döngülerinin esnekliği kimyasal ve mineralojik kompozisyonu, partikül boyutu dağılımı ve seramik özellikleri yeniden değerlendirilen çok geniş bir kil çeşitinin kullanımını mümkün kılar. Seramik ve cam endüstrileri için hammadde olarak feldspat talebi sürekli artmaktadır. Feldspatik malzemeler, üreticilerin yüksek oranda vitrifikasyon elde etmeyi düşündükleri her yerde yaygın olarak kullanılır. Örneğin, porselen, seramik karo ve düşük poroziteli ürünlerde % 25 ila 55 arasında kullanılır. Sıhhi tesisat ve porselenlerde feldspatik malzemeler sırasıyla % 20 ila % 30 ve % 17 ila % 37 arasında değişen miktarlarda kullanılmaktadır. Üreticiler, nihai ürünün istenen spesifikasyonlarına göre potasyum veya sodyum feldspat seçerler [3].

Kurca ve arkadaşları Kalemaden San. Ve Tic. A.Ş.'ye ait Çine yöresi feldspat (albit) cevherinin flotasyonu ve flotasyonla zenginleştirme veriminin arttırılmasına yönelik deneysel araştırmalar yapmıştır. Feldspat (albit) cevherinin fiziksel, kimyasal, mineralojik özellikleri ve serbestleşme tane boyutu belirlenmiştir. Albit mineralinin serbestleşme boyutunun 300 mikron'un altında olduğu bulunmuş ve kırma-öğütme testleri yapılarak feldspat cevheri

flotasyon için hazırlanmıştır. Verim artışı dışında asit kullanımının kaldırılması, tek çeşit kimyasal kullanılması, işçiliğin azaltılması, kapasitenin arttırılması, kontrolün kolaylaşması, maliyetin azalması gibi avantajlarının olduğu araştırmalar sonucu tespit edilmiştir [4].

Güngelik ve arkadaşları farklı sanayilerin ihtiyaçlarını karşılamak için doğada beraber bulunan ve yapısal benzerlikler gösteren feldspat ve kuvarsın birbirlerinden ayrılmasını amaçlayan bir çalışma yürütmüşlerdir. Burada amaç porselen ve seramik sektörü için kullanılabilir bir feldspat minerali eldesidir. Yapılan çalışmalarda Nevsehir-Gülşehir cevheri üzerinde tek ve çift degerlikli (NaCl, KCl, CaCl2, BaCl2) tuzların etkisi araştırılmıştır. Denver flotasyon deneyleri ile hem doğal hem de HF' li ortamda çalışma parametreleri belirlenmiştir. Çalışmalar sonucunda elde edilen ürünlerin seramik ve porselen sanayinde kullanılabileceği tespit edilmiştir [5].

Yine alternatif hammadde kaynağı araştırmalarından biri olarak Kayacı ve arkadaşlarının Söğüt (Bilecik) civarındaki alkalili hammaddelerin seramik karo hammaddesi olarak kullanılabilirliği hakkında yaptıkları bir araştırmadır. Bu çalışmanın amacı, Söğüt civarındaki alkalili hammaddelerin yer ve duvar karosu bünyelerinde kullanılacak özelliklerde olup olmadığını belirlemektir. Alınan örnekler üzerinde gerekli olan deneysel çalışmalar yapılarak çamur ve pişme özellikleri belirlenmiştir. Belirlenen özelliklere uygun olarak yer ve duvar karosu bünyelerinde Alkalili Hammaddelerin plastik ve ergitici olarak kullanılabileceği saptanmıştır [6].

Son yıllarda pek çok araştırma seramik sektöründe kullanılmakta olan feldspat cevherlerinin zenginleştirme veriminin artırılmasına yönelik yapılmıştır. Bu çalışmada da seramik karo üretiminde maliyeti düşürmek için alternatif hammadde araştırmak hedeflenmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Öncelikle Çankırı Kalfat yöresi feldspatının kimyasal analizi yapılmıştır. Çizelge 1'de görüldüğü gibi Kalfat yöresi feldspatı %10,90 oranında Na2O içeriğine sahiptir**.**

Çizelge 1. Çankırı Kalfat Yöresi Feldspatının XRF ile yapılan kimyasal analiz sonuçları.

Numune	SiO_2 (%)	Al_2O_3 (%)	TiO_2 (%)	Fe_2O_3 (%)	CaO (%)	MgO (%)	K_2O (%)	Na_2O (%)	SO_3 (%)	KK (%)	Toplam (%)
KALFAT FELDSPATI	67.60	19.90	0.25	0.08	0.83	0.12	0.10	10.90		0.22	100.0

2.1. Çankırı – Kalfat bölgesi Feldspatı ile Seramik Karo Denemeleri

Çalışmada seramik reçetelerinde kullanılan Aydın – Çine Feldspatlarının yerine, Çizelge 2.'de gösterildiği gibi sırası ile %5 ve %10 oranlarında Çankırı – Kalfat bölgesi Feldspatı kullanılmıştır. Hazırlanan reçetelerin çamur halinde yoğunluk ve elek bakiyeleri ölçülmüştür. Değerler Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 2. Hazırlanan reçetelerin hammadde oranları (ağırlıkça % olarak).

	REÇETE 1	REÇETE 2
KAOLEN A	10	10
KAOLEN B	10	10
KİL A	22	22
KİL B	10	10
FELDSPAT 1	23	28
FELDSPAT 2	20	10
KALFAT FELDSPATI	5	10
TOPLAM	100	100

Çizelge 3'de görüldüğü gibi Kalfat yöresi feldstpatı miktarı ağırlıkça arttığında yoğunluk değerlerinin azaldığı ve elek bakiye değerleri %10 luk Kalfat yöresi feldspatı ilavesi ile 1,01'e yükselmiştir.

Çizelge 3. Hazırlanan reçetelerin yoğunluk ve elek bakiye değerleri.

	STANDART KARO	REÇETE 1	REÇETE 2
YOĞUNLUK (gr/lt)	1690	1687	1685
ELEK BAKİYE (63 mikron)	0,9	0,99	1,01

Kurutulan çamurlar toz haline getirilip seramik karo üretiminde uygun olan %5 nem oranına getirilmiştir. Granüller laboratuvar presinde 460 kg/cm² basınç ile şekillendirilmiştir. Numunelerin seramik karo üretim şartlarında pişirimleri yapılmıştır.

Çizelge 4'de belirtildiği gibi öğütme süresi aynı tutularak pişirilen numunelerin pişme küçülmesi oranı artmıştır.

Çizelge 4. Hazırlanan reçetelerin pişme küçülmesi değerleri.

	STANDART KARO	REÇETE 1	REÇETE 2
ÖĞÜTME SÜRESİ (dk)	50	50	50
PİŞME KÜÇÜLMESİ (%)	7,08	7,09	7,16

Reçetelerden hazırlanan karoların mukavemet ölçümleri laboratuvarda mukavemet ölçüm cihazı ile yapılmıştır. Denemelerin pişmiş mukavemet değerleri Çizelge 5'de gösterildiği gibi standart reçeteye göre %5 oranında ilave edilen Kalfat feldspatı ile hazırlanan seramik karonun pişmiş mukavemet değeri %1,25 kadar azalırken; %10 oranında ilave edilen Kalfat feldspatı ile hazırlanan seramik karolarda pişmiş mukavemet değeri % 9 azalmıştır.

Çizelge5. Reçetelerden hazırlanan karoların pişmiş mukavemet değerleri.

	STANDART KARO	REÇETE 1	REÇETE 2
PİŞMİŞ MUKAVEMET (kg/cm ²)	585,70	578,40	533,00

Numunelerin vakumlu su emme cihazı ile su emme değerleri tespit edilmiştir. Su emme değerlerinin Çizelge 6'da görüldüğü gibi %5 Kalfat Feldspatı katkısı ile %0,2 arttığı ; %10 Kalfat feldspatı katkısı ile %0,6 oranında arttığı tespit edilmiştir.

Çizelge6. Reçetelerden hazırlanan karo örneklerinin su emme değerleri.

	STANDART KARO	REÇETE 1	REÇETE 2
SU EMME (%)	0,030	0,032	0,036

Numunelerin renk ölçümleri Minolta marka L, a, b cihazı ile yapılmıştır. Renk değerlerinin değişimi Çizelge 7' de verilmiştir. %5'lik ve %10'luk Kalfat Feldspatı ilavesi ile beyazlık değerinin düşmeye başladığı, ancak kabul edilebilir olduğu değerlendirilmiştir. Buradaki renk değişiminin önüne geçmek için pişme rengi daha beyaz olan kil ve kaolen denemesi yapılabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 7. Reçetelerden hazırlanan karo örneklerinin L, a, b değerleri.

	STANDART KARO	REÇETE 1	REÇETE 2
L	78,04	77,66	77,22
a	1,74	1,77	1,81
b	9,82	10,01	10,20

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Pişmiş numunelerin küçülme yüzdesi, mukavemet, su emme ve renk değerleri ölçülmüştür.

Pişmiş numunelerin küçülme yüzdeleri hesaplanmıştır. Reçete 1'in küçülme yüzdesi % 7,09 ve Reçete 2 için % 7,16' dır. Reçete1'in pişmiş mukavemeti 578,40 kg/cm ² iken Reçete 2'nin pişmiş mukavemet değeri 533 kg/cm ² olarak ölçülmüştür. Reçete1'in su emme değeri 0,032 iken Reçete2'nin su emme değeri 0,036 olarak hesaplanmıştır. Reçete1'in beyazlık değeri 77,66 olarak ve Reçete 2'nin beyazlık değeri 77,22 olarak ölçülmüştür.

Çalışmada Çankırı Kalfat yöresi feldspatlarının oranı arttıkça aynı öğütme sürelerinde çamur tane boyutunun arttığı, pişmiş numunelerin % çekmesinin arttığı, mukavemetin düştüğü, su emme değerlerinin yükseldiği ve beyazlığının azaldığı görülmüştür.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Yapılan hesaplamada, Çankırı Kalfat yöresi feldspatlarının Aydın-Çine bölgesi feldspatının yerine ağırlıkça % 10 oranında kullanımı seramik karo üretim maliyetini % 4,5 azaltacağı saptanmıştır.

Kalfat yöresi feldspatlarının artan oranlarının nihai ürün özelliklerine olan etkisi araştırılmalıdır. Ayrıca Kalfat feldspatı ile birlikte ürünün pişme rengi, mukavemeti, su emme gibi nihai özelliklerini iyileştirmek için farklı hammaddeler ile seramik karo denemeleri yapılarak, Kalfat yöresi feldspatının kullanım oranın artırılması incelenmelidir.

11. Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu

11th International Eskişehir Terra Cotta Symposium

11-24 EYLÜL SEPTEMBER 2017

ESKİŞEHİR TÜRKİYE

Eskişehir
Tepebaşı Belediyesi

ISBN: 978-605-81930-0-0