

**OPAKLAŖTIRICI VE MATLAŖTIRICI METAL
OKSİTLERİN ŖAMOTLU ÇAMURUN
BÜNYESİ ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN
ARAŖTIRILMASI
Yüksek Lisans Tezi
Ali Cihan KAYALIOĞLU
EskiŖehir, 2016**

**OPAKLAŖTIRICI VE MATLAŖTIRICI METAL OKSİTLERİN ŖAMOTLU
ÇAMURUN BÜNYE ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN ARAŖTIRILMASI**

Ali Cihan KAYALIOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Seramik Anasanat Dalı

Danışman: Prof. Dr. Münevver ÇAKI

Eskişehir

Anadolu Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü

Haziran, 2016

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Ali Cihan KAYALIOĞLU'nun "Opaklaştırıcı ve Matlaştırıcı Metal Oksitlerin Şamotlu Çamurun Bünye Özelliklerine Etkilerinin Araştırılması" başlıklı tezi 07 Haziran 2016 tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca, Seramik Anasanat Dalı Yüksek Lisans tezi olarak değerlendirilerek kabul edilmiştir.

İmza

Üye (Tez Danışmanı) : Prof. Dr. Münevver ÇAKI
Üye : Prof. Emel ŞÖLENAY
Üye : Yrd. Doç. Hasan BAŞKIRKAN

Prof. Sıdika Sibel SEVİM
Anadolu Üniversitesi
Güzel Sanatlar Enstitüsü Müdürü

ÖZET

OPAKLAŞTIRICI VE MATLAŞTIRICI METAL OKSİTLERİN ŞAMOTLU ÇAMURUN BÜNYE ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Ali Cihan KAYALIOĞLU

Seramik Anasanat Dalı

Anadolu Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Mayıs 2016

Danışman: Prof. Dr. Münevver ÇAKI

Şamotlu çamur genellikle serbest şekillendirme yöntemleriyle çalışan sanatçılar tarafından kullanılmaktadır. Özellikle büyük boyutlu işlerin yapımı için oldukça uygundur. Yüksek sıcaklıklarda pişmiş bünyede bileşimindeki demir oksit oranına bağlı olarak değişen renk tonlarına sahiptir. ZrO_2 , SnO_2 , ZnO ve TiO_2 seramik sır, çamur, ve astar bünyelerinde beyazlık, matlık ve örtücülük sağlamak için yaygın biçimde kullanılan oksitlerdir. Bu çalışmada ZrO_2 kaynağı olarak $ZrSiO_4$, SnO_2 , ZnO ve TiO_2 şamotlu çamur içine ikili sisteme uygun olarak belirli oranlarda ilave edilmiş ve plastik şekillenme özelliklerine sahip çamur karışımları hazırlanmıştır. Bu karışımların boyutça küçülme, su emme, renk özellikleri ve ayrıca astar olarak kullanım uygunlukları incelenmiştir. Hazırlanan bütün çamur bünyeler ve akitma yöntemiyle deneme plakalarının üstüne uygulanan astarlar $1160\text{ }^{\circ}\text{C}$ de sırlı ve sırsız olarak pişirilmiştir. Bu sıcaklıkta çinko oksit ve titanyum oksitlerin şamotlu çamurun renginde bariz renk değişiklikleri oluşturduğu görülmüştür. Genel olarak pişirim sonrası bünyelerin renklerinin kiremit renginden, sarımtırak krem ve bej tonlarına doğru giderek açılan bir skalaya sahip olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Opaklaştırıcı oksitler, Matlaştırıcı oksitler, Şamotlu çamur

ABSTRACT

THE EFFECT ON CHAMOTTE CLAY PROPERTIES OF OPACIFYING AND MATTING OXIDES

Ali Cihan KAYALIOĞLU

Department of Ceramic

Anadolu University Post Graduate School of Fine Arts, May 2016

Advisor: Prof. Dr. Münevver ÇAKI

Chamotte clay is generally used by the artists working for free shaping methods. It is particularly well suited for the production of large-size works. It has varying color tones depending on the ratio of iron oxide in the body composition at high temperatures. ZrO_2 , SnO_2 , ZnO and TiO_2 are widely used oxides to obtain whiteness, opacity and matting in ceramic glaze, clay, and engobes. In this study $ZrSiO_4$ as a resource ZrO_2 , SnO_2 , ZnO ve TiO_2 were added in certain amounts into the chamotte clay in accordance with the dual system and clay mixture with plastic forming properties are prepared. The shrinkage, color and water absorption properties of these mixtures and moreover their appropriateness of usage as slip were analyzed. All clay bodies prepared and slips applied to the trial plates with pouring method were fired as both glazed and unglazed at $1160^{\circ}C$. It was determined that zinc and titanium oxides led to obvious changes in colour of the chamotte clay at this temperature. In general, it was observed that colours of the bodies had a gradually lightening range from brick colour to yellowish cream and beige tones after firing.

Keywords: Opacifying oxides, Matting oxides, Chamotte clay

ÖNSÖZ

“Opaklaştırıcı ve Matlaştırıcı Metal Oksitlerin Şamotlu Çamurun Bünye Özelliklerine Etkilerinin Araştırılması” adlı yüksek lisans tez çalışması süresince her konuda bilgi ve destek veren tez danışmanım Prof. Dr. Münevver Çakı’ya teşekkür ediyorum.

Bu çalışmanın tamamlanması esnasında bölümün olanaklarını kullanabilmem konusunda sağlamış oldukları destek, sanatsal ve teknik anlamda verdikleri bilgi ve katkılarından dolayı Anadolu Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Dekanı Prof. Emel Şölenay ve Seramik Anasanat Dalı başkanı Prof. Soner Genç’e teşekkür ederim.

Seramik Bölümündeki tüm hocalarıma, arkadaşlarıma ve bölümümüz personeline çalışmalarım esnasındaki katkılarından dolayı teşekkür ediyorum.

Tez çalışmama yapmış olduğu katkılardan dolayı Yrd. Doç. Vedat Kacar ve Mine Aktaş Poyraz’a, Sörmaş yöneticileri ve çalışanlarına teşekkür ederim.

Tez çalışması süresince her türlü desteği veren, her zaman yanımda olan aileme teşekkür ediyorum.

Ali Cihan KAYALIOĞLU

07.06.2016

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tez/proje çalışmasının bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumunda bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilmeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan bilimsel intihal tespit programıyla tarandığını ve hiçbir şekilde intihal içermediğini beyan ederim.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Ali Cihan KAYALIOĞLU

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
BAŞLIK SAYFASI	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLO DİZİNİ	x
GÖRSELLER DİZİNİ	xi
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

SERAMİK ÇAMURLARI VE METAL OKSİTLERİN KULLANIMI

1. SERAMİK ÇAMURLARI	3
1.1. Tanım ve Özellikleri.....	4
1.2. Seramik Çamurunun Bileşenleri	5
1.2.1. Kil minarelleri	5
1.2.1.1. Kaolin.....	6
1.2.1.2. Bağlama kili (ball clay)	7
1.2.1.3. Ateş kili (şamot kili, fire clay).....	7
1.2.1.4. Bentonit	7
1.2.1.5. Kırmızı killer.....	8

1.2.2. Ergiticiler	9
1.2.3. Dolgu malzemeleri.....	9
1.3. Seramik Çamurlarının Hazırlanması	10
2. RENKLİ ÇAMURLAR VE SERAMİK ÇAMURLARINDA METAL OKSİTLERİN KULLANIMI	
2.1. Renkli Çamurlar	14
2.2. Seramik Çamurlarında Kullanılan Renklendiriciler	17
2.2.1. Demir oksit (FeO, Fe ₂ O ₃).....	19
2.2.2. Kobalt oksit (CoO)	19
2.2.3. Mangan oksit (MnO ₂)	20
2.2.4. Krom oksit (Cr ₂ O ₃)	21
2.2.5. Bakır oksit (CuO).....	22
2.2.6. Seramik boyalar	22
2.3. Opaklaştırıcı ve Matlaştırıcı Oksitler	23
2.3.1. Zirkonyum dioksit (ZrO ₂) ve Zirkonyum silikat (ZrSiO ₄).....	23
2.3.2. Kalay oksit (SnO ₂).....	26
2.3.3. Çinko oksit (ZnO).....	29
2.3.4. Titanyum dioksit (TiO ₂).....	31

İKİNCİ BÖLÜM

ŞAMOT VE ŞAMOTLU ÇAMURUN TANIMI, ÜRETİMİ VE KULLANIMI

1. ŞAMOT VE ŞAMOTLU ÇAMURUN TANIMI, ÜRETİMİ VE KULLANIMI	34
2. ŞAMOTLU ÇAMUR İLE ÜRETİLEN SERAMİK SANAT ESERLERİNDEN ÖRNEKLER.....	38

	<u>Sayfa</u>
2.1. Christy Keeney	38
2.2. Erdinç Bakla	39
2.3. Kishi Eiko	40
2.4. Marek Zyga	40
2.5. Vedat Kacar	41
2.6. Mine Aktaş Poyraz.....	43

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

DENEYSEL ÇALIŞMALAR VE SERAMİK UYGULAMALAR

1. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

1.1. Kullanılan Hammaddeler ve Özellikleri	44
1.2. Opaklaştırıcı ve Matlaştırıcı Katkılı Şamotlu Çamur Araştırmaları ...	44
1.2.1. Zirkonyum silikatın şamotlu çamurda kullanımı ve etkileri .	45
1.2.2. Kalay oksitin şamotlu çamurda kullanımı ve etkileri	49
1.2.3. Çinko oksitin şamotlu çamurda kullanımı ve etkileri	52
1.2.4. Titanyum dioksitin şamotlu çamurda kullanımı ve etkileri ...	59
1.2.5. Oksit katkı çamurların astar olarak kullanımı.....	63

2. SERAMİK UYGULAMALAR.....

SONUÇ.....	85
------------	----

KAYNAKÇA	87
----------------	----

ÖZGEÇMİŞ

TABLO DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 3.1. Şamotlu çamurun kimyasal bileşimi (ağırlıkça %).....	44
Tablo 3.2. Saydam stoneware sırnın Seger Formülü	45
Tablo 3.3. Şamotlu çamur ve zirkonyum silikat ile hazırlanan reçete bileşimleri	45
Tablo 3.4 Şamotlu çamur ve zirkonyum silikat karışımlarının toplam küçülme ve su emme değerleri.....	46
Tablo 3.5 Şamotlu çamur ve zirkonyum silikat katkıli bünyelerin pişirim sonrası (1160 °C) renk değerleri	46
Tablo 3.6. Şamotlu çamur ve kalay oksit ile hazırlanan reçete bileşimleri	49
Tablo 3.7. Şamotlu çamur ve kalay oksit karışımlarının toplam küçülme ve su emme değerleri	50
Tablo 3.8. Şamotlu çamur ve kalay oksit katkıli bünyelerin pişirim sonrası (1160 °C) renk değerleri	50
Tablo 3.9. Şamotlu çamur ve çinko oksit ile hazırlanan reçete bileşimleri	53
Tablo 3.10. Şamotlu çamur ve çinko oksit karışımlarının toplam küçülme ve su emme değerleri	53
Tablo 3.11. Şamotlu çamur ve çinko oksit katkıli bünyelerin pişirim sonrası (1160 °C) renk değerleri	54
Tablo 3.12. Şamotlu çamur ve titanyum dioksit ile hazırlanan reçete bileşimleri	59
Tablo 3.13. Şamotlu çamur ve titanyum dioksit karışımlarının toplam küçülme ve su emme değerleri	59
Tablo 3.14. Şamotlu çamur ve titanyum dioksit katkıli bünyelerin pişirim sonrası (1160 °C) renk değerleri.....	60

GÖRSELLER DİZİNİ

Sayfa

- Görsel 1.1.** Kuru çamur hazırlama 11
Kaynak: Fotoğraf: Emel Şölenay
- Görsel 1.2.** Plastik çamur hazırlama..... 12
Kaynak: Fotoğraf: Emel Şölenay
- Görsel 1.3.** Seramik döküm çamuru 13
Kaynak:
http://www.duravit.com.tr/website/anasayfa/ueruenler/malzeme_bilgisi/vitrifiye.tr-tr.html (Erişim Tarihi: 12.08.2015)
- Görsel 1.4.** Rölyefli siyah jasperware vazosu, Josiah Wedgwood ve oğulları..... 15
Kaynak:
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/20/Urn,_Josiah_Wedgwood_and_Sons,_1800-1830,_black_jasperware_with_applied_reliefs_-_Chazen_Museum_of_Art_-_DSC01959.JPG (Erişim Tarihi: 02.04.2016)
- Görsel 1.5.** Robin Hopper’ın Mermer tekniğine (agateware) örnek 16
Kaynak: <https://studioceramicscanada.files.wordpress.com/2012/11/hopper-fluted-bowl-agateware-choosin-pottery-page3-1001-full.jpg> (Erişim Tarihi: 21.11.2015)
- Görsel 1.6.** Zirkon minerali 24
Kaynak: <http://www.mta.gov.tr/v2.0/madenler/mineraller/index.php?id=zirkon> (Erişim Tarihi: 03.02.2016)
- Görsel 1.7.** Zirkonyum dioksit 25
Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 1.8. Kasiterit 27

Kaynak: <http://www.mta.gov.tr/v2.0/madenler/mineraller/index.php?id=kasiterit>
(Erişim Tarihi: 03.02.2016)

Görsel 1.9. Kalay oksit..... 27

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 1.10. Çinko mineralleri Simitsonit ($ZnCO_3$) ve Sfalerit..... 29

Kaynak: <http://www.mta.gov.tr/v2.0/madenler/mineraller/index.php?id=s> (Erişim Tarihi: 03.03.2016)

Görsel 1.11. Çinko oksit..... 30

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 1.12. Titanyum mineralleri, Rutil ve İlmenit..... 32

Kaynak: <http://geology.com/minerals/> (Erişim Tarihi: 02.02.2016)

Görsel 1.13. Titanyum oksit..... 32

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 2.1. Christy Keeney'e ait örnek çalışmalar..... 38

Kaynak: <http://www.openeyegallery.co.uk/wp-content/gallery/christy-keeney/tree-of-knowlege.jpg> (Erişim Tarihi: 03.04.2016)

Kaynak: <http://image.invaluable.com/housePhotos/Mallams/32/295932/H0738-L19943751.jpg> (Erişim Tarihi: 03.04.2016)

Görsel 2.2. Erdinç Bakla'ya ait örnek çalışmalar..... 39

Kaynak: <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/9b/2a/37/9b2a3715be814b6c718517a3b4883947.jpg> (Erişim Tarihi: 03.04.2016)

Kaynak: [https://s-media-cache-](https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/f1/c5/50/f1c5506129b4b7fe0cfb0534c6d10b13.jpg)

[ak0.pinimg.com/originals/f1/c5/50/f1c5506129b4b7fe0cfb0534c6d10b13.jpg](https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/f1/c5/50/f1c5506129b4b7fe0cfb0534c6d10b13.jpg) (Erişim

Tarihi: 03.04.2016)

Görsel 2.3. Kishi Eiko'ya ait örnek çalışmalar 40

Kaynak: http://prod-images.exhibit-e.com/www_mirviss_com/7782_30.jpg (Erişim

Tarihi: 03.04.2016)

Kaynak: http://prod-images.exhibit-e.com/www_mirviss_com/7783_10.jpg (Erişim

Tarihi: 03.04.2016)

Görsel 2.4. Marek Zyga'ya ait örnek çalışmalar 41

Kaynak: http://www.marekzyga.com/wp-content/uploads/2015/01/IMG_9566.jpg

(Erişim Tarihi: 03.04.2016)

Kaynak: <http://www.marekzyga.com/wp-content/uploads/2014/01/Just-Like-Love.jpg>

(Erişim Tarihi: 03.04.2016)

Görsel 2.5. Vedat Kacar'a ait örnek çalışmalar 42

Kaynak: Fotoğraf: Vedat Kacar

Görsel 2.6. Mine Aktaş Poyraz'a ait örnek çalışmalar 43

Kaynak: Fotoğraf: Mine Aktaş Poyraz

Görsel 3.1. Şamotlu çamur ve zirkonyum silikat katkıli bünyelerin sırsız pişirim sonrası (1160 °C) renk değişimleri 47

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.2. Şamotlu çamur ve zirkonyum silikat katkıli bünyelerin sırlı pişirim sonrası (1160 °C) renk değişimleri 48

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.3. Şamotlu çamur ve kalay oksit katkıli bünyelerin sırsız pişirim sonrası (1160 °C) renk değişimleri 51

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.4. Şamotlu çamur ve kalay oksit katkılı bünyelerin sırlı pişirim sonrası (1160 °C) renk değişimleri 52

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.5. Şamotlu çamur ve çinko oksit katkılı bünyelerin sırsız pişirim sonrası (1160 °C) renk değişimleri 55

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.6. Şamotlu çamur ve % 10-14 çinko oksit katkılı bünyelerin sırsız pişirim sonrası (1160 °C) renk değişimleri 56

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.7. Şamotlu çamur ve çinko oksit katkılı bünyelerin sırlı pişirim sonrası (1160 °C) renk değişimleri 57

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.8. Şamotlu çamur ve % 10-14 çinko oksit katkılı bünyelerin sırlı pişirim sonrası (1160 °C) renk değişimleri 58

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.9. Şamotlu çamur ve titanyum dioksit katkılı bünyelerin sırsız pişirim sonrası (1160 °C) renk değişimleri 61

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.10. Şamotlu çamur ve titanyum dioksit katkılı bünyelerin sırlı pişirim sonrası (1160 °C) renk değişimleri 62

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.11. Şamot bünye üzerinde astarlı sırsız pişirim sonuçları (1160 °C) 63

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.12. Şamot bünye üzerinde astarlı sırlı pişirim sonuçları (1160 °C)..... 64

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.13. ŞTi-10 ve ŞZn-10 katkılı astarların deri sertliğindeki şamotlu çamur üzerine uygulandığı form, (1160 °C), 2015 65

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.14. ŞÇ, ŞTi-3 ve ŞZn-20 kodlu çamurların birlikte kullanıldığı form, (1160 °C), 2014 66

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.15. ŞTi-10, ŞTi-3 ve ŞZn-14 reçeteleriyle hazırlanmış astarların deri sertliğinde şamotlu çamur üzerine uygulandığı form, dekor için sır altı boya kullanılmıştır, (1160 °C), 2015 67

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.16. ŞZn-3 ve ŞZn-10 kodlu çamurların beraber kullanılmasıyla hazırlanmış olan form, (1160 °C), 2015 68

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.17. ŞTi-3 ve ŞTi-10 kodlu çamurlardan hazırlanmış olan astarın birlikte uygulandığı form, dekor için sır altı boya kullanılmıştır, (1160 °C), 2015 69

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.18. ŞTi-10 ve ŞTi-10 kodlu çamurlardan hazırlanmış olan astarların bir arada kullanıldığı form, dekor için sır altı boya kullanılmıştır, (1160 °C), 2015 70

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.19. ŞÇ, ŞTi-3 ve ŞTi-10 kodlu çamurların birlikte kullanıldığı form, dekor için sır altı boya kullanılmıştır, (1160 °C), 2015 71

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.20. ŞÇ, ŞZn-15 ve ŞZn-11 kodlu çamurlar ve ŞZn-15 reçeteleriyle hazırlanmış olan astarın, şamotlu çamur ile beraber uygulanmasıyla hazırlanmış olan form, dekor için sır altı boya kullanılmıştır, (1160 °C), 2015 72

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.21. ŞÇ ve ŞTi-10 kodlu karışımların birlikte uygulandığı form, (1160 °C), 2015..... 73

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.22. ŞÇ, ŞTi-3, ŞTi-5 ve ŞTi-15 kodlu çamurlar ile hazırlanmış olan astarların dekor olarak kullanıldığı, form, (1160 °C), 2015..... 74

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.23. ŞTi-10 kodlu çamurdan hazırlanan renkli ve renksiz astarların bisküvi bünye üzerine uygulandığı form (1160 °C), 2016 75

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.24. ŞTi-3, ŞTi-10, ŞTi-15 ve ŞZn-14 kodlu çamurlardan hazırlanmış astarların sır altı boylarla birlikte deri sertliğindeki şamotlu çamur üzerine uygulandığı form, (1160 °C), 2015 76

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.25. ŞTi-3, ŞTi-10, ŞTi-15 ve ŞZn-14 kodlu çamurlardan hazırlanmış astarların sır altı boylarla birlikte deri sertliğindeki şamotlu çamur üzerine uygulandığı form, (1160 °C), 2015 77

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.26. ŞTi-3, ŞTi-10, ŞTi-15 ve ŞZn-14 kodlu çamurlardan hazırlanmış astarların sır altı boylarla birlikte deri sertliğindeki şamotlu çamur üzerine uygulandığı form, (1160 °C), 2015 78

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.27. ŞTi-3, ŞTi-10, ŞTi-15 ve ŞZn-14 kodlu çamurlardan hazırlanmış astarların sır altı boylarla birlikte deri sertliğindeki şamotlu çamur üzerine uygulandığı form, (1160 °C), 2015 79

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.28. ŞTi-3, ŞTi-10, ŞTi-15 ve ŞZn-14 kodlu çamurlardan hazırlanmış astarların sır altı boylarla birlikte deri sertliğindeki şamotlu çamur üzerine uygulandığı form, (1160 °C), 2015 80

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.29. ŞTi-3 reçetesiyle hazırlanmış çamurun, ŞTi-10 ve ŞZn-12 kodlu karışımların kullanıldığı form, karışık teknik, (1160 °C), 2016 81

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.30. ŞZn-20, ŞTi-3 , ve ŞZr-20 reçetesiyle hazırlanmış olan çamurların, şamotlu çamur ve sıraltı boylarla beraber kullanımıyla üretilen form, (1160 °C), 2014..... 82

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.31. ŞTi-3, ŞTi-10 ve ŞZn-10 reçeteleriyle hazırlanmış olan çamurların şamotlu çamur ile bir arada kullanıldığı form, (1160 °C), 2016..... 83

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Görsel 3.32. ŞTi-3, ŞZn-11 ve ŞZn-12 reçeteleriyle hazırlanan astarların şamotlu bünye üzerinde kullanıldığı form, (1160 °C), 2016..... 84

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

GİRİŞ

Günümüzde sanayileşme ile ortaya çıkan sosyal, fiziksel ve ruhsal karmaşa karşısında; düşünce üretmek ve mevcut durumun sorgulanması, her şeyin izleyici tarafından yeniden gözlenmesi yaratıcı öznenin tutumu olarak tanımlanmaktadır. Doğayı nesne olarak kullanan yaratıcı nesnenin; malzeme açısından çok zengin bir yelpazeyi içerdiği, doğadan gelen kil yani toprak ve diğer seramik malzemeleri kullanan seramik sanatçılarının çeşitli düzenlemeler ve sanat eserleri ürettikleri ifade edilmektedir (Danabaş, 2012, s. 195-208).

“Tasarımın biçimlenmesinin en güçlü etkenlerinden biri olan “malzeme” tasarım kültüründe ve tarihinde, insanın tarihi geçmişiyle birlikte yol almış, insanın bilgisi ve hayalleri malzemenin kapasitesini geliştirmiştir. İnsana ilham veren bir malzeme olarak, yapım teknikleri ve ona bağlı strüktürlerin kullanılmasıyla insanın yapıcılığını geliştirdiğinden çamur, önemli bir deney alanı olmuştur” (Gezer, 2009, s. 30-31).

Sanatsal ve endüstriyel seramik üretiminde teknik ve malzeme bilgisi, sanatçı ve tasarımcıların en temel çizgilerini oluşturmaktadır. Üretim sürecinin (çamur hazırlama, şekillendirme sırlama ve dekor yöntemleri vb.) önceden belirlenmesi, tasarlanacak forma uygun malzeme ve yöntem seçilmesi önemlidir. Seramik sanatçısının malzeme ve üretim yöntemi bilgisi ne kadar geniş ise, tasarımlarındaki çeşitlilik aynı şekilde artmaktadır. Ürün tasarımı esnasında malzemenin değişkenliğinin ve tekniğin sınırlarının göz önünde bulundurulması gerekir. Seramik sanatında çamur, nihai ürüne farklı özellikler ve değerler katması, sanatçının kendini ifade edebilmesi açısından en temel malzemedir. Tasarlanan formun şekillendirileceği çamur; şekillendirilebilme özelliği yani plastisitesi, sırlı ve sırsız pişme rengi, boyutça küçülme, su emme oranları, genleşme ve ergime gibi özellikler göz önünde bulundurularak seçilir. Çamurun plastikliği, piştikten sonraki rengi ve dokusu çok önemlidir. Bu özelliklerin seramik tasarımcısı ya da sanatçı tarafından etkili bir biçimde kullanılması formun görsel açıdan daha etkili olmasını sağlar. Seramik çamuru, üretildiği hammaddelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Bu nedenle pişmiş bünye beyaz, krem ve bejden kırmızı ve kahverengi'ye kadar değişebilen farklı renk tonlarında olabilir.

Çamurun türü ve bileşimi, hazırlanması, şekillenebilme özelliği ve tekniği, pişme rengi ve pişme sıcaklığı gibi kavramlar önemlidir.

Şekillendirilecek çamurun fiziksel ve kimyasal özellikleri ile bu çamurdan üretilmesi düşünülen formlara ilişkin irdeleme yapıldığında çamurun nem ve plastisite özelliklerinin şekillendirme yöntemini belirlediği görülür. % 3-7 nem içeren özsüz çamurlar, mekanik ya da otomatik kuru presleme

ile, plastikliği düşük olanlar elde yaş döküm yöntemi ile, plastik karakter taşıyanların ise serbest, torna veya otomatik preslerde şekillendirilmesi gerekir (Kubat, 2009, s. 21).

Şamotlu çamur, seramik sanatında şekillendirmede yaygın olarak kullanılmaktadır. Çamur tornası için uygun olmamakla birlikte, çoğu yarı yaş şekillendirme tekniğine, özellikle büyük boyutlu formların çalışılmasına uygun bir çamur türüdür. Bu çalışmada, sanatsal seramiklerin üretiminde artistik şekillendirmede kullanılan şamotlu çamur içerisine belli oranlarda opaklaştırıcı (zirkonyum oksit, kalay oksit) ve matlaştırıcı (titanium dioksit ve çinko oksit) oksitlerin katkısının pişmiş bünye üzerindeki etkileri incelenmiştir. Belirlenen oranlardaki kalay oksit, zirkonyum oksit, titanium dioksit ve çinko oksit katkılarının bünyenin plastisite, toplam küçülme, su emme ve pişme rengi gibi özelliklerine olan etkileri deneysel olarak çalışılmış, şekillendirilebilme ve renk özellikleri açısından en uygun özelliklere sahip olan bünyelerden çamur hazırlanarak farklı tekniklerle artistik çalışmalar üretilmiştir. Opaklaştırıcı ve matlaştırıcı oksit katkılı karışımlar çamur ve astar malzemesi olarak kullanılmışlardır. Tezin birinci bölümünde seramik çamurları ve metal oksitlerin kullanımı ele alınmış, seramik çamurlarının tanımı özellikleri, sınıflandırılması ve seramik çamurlarında metal oksitlerin kullanımı ile ilgili bilgiler verilmiştir. İkinci bölümde şamotlu çamurun tanımı, üretimi, kullanım alanları ve bu çamur ile üretilen seramikler anlatılmıştır. Üçüncü bölümde çamur, sır ve astar uygulamalarını içeren deneysel çalışmalar, olumlu sonuç veren opaklaştırıcı ve matlaştırıcı metal oksit katkılı çamur ve astarlarla üretilen eserler yer almaktadır.

BİRİNCİ BÖLÜM

SERAMİK ÇAMURLARI VE METAL OKSİTLERİN KULLANIMI

1. SERAMİK ÇAMURLARI

Seramik malzemelerin üretiminde seramik hammaddeleri olarak tanımlanan inorganik malzemeler kullanılır. “Seramik, geleneksel bir anlatım dili ile şu şekilde tanımlanır: Organik olmayan malzemelerin oluşturduğu bileşimlerin, çeşitli yöntemler ile şekil verildikten sonra, sırlanarak veya sırlanmayarak sertleşip dayanıklılık kazanmasına varacak kadar pişirilmesi bilim ve teknolojisidir” (Arcasoy, 1983, s. 1).

Seramik hammaddelerinin fiziksel özellikleri ve yapıları, ürünlerin pişirim sonrası özellikleri üzerinde etkilidir. Seramik malzemeleri anlamak için, bu grubun temel mimari yapısını (atomsal yapı) anlamak önemlidir. Seramik çamur ve sırlarını üretmek için kullanılan malzemeler atom ve elementlerden oluşmaktadırlar. Elementlerin yapılanma şekli ve tipi, bileşikleri etkiler. Bir sır bileşimini oluşturan elementler; sırnın ergime, akışkanlık ve camlaşma gibi özelliklerini etkiler. Atomik ve moleküler yapıları da çok önemlidir. Örneğin inanılmaz bir uyum içinde olan atomik ve moleküler yapısı, kilin kolay işlenebilir, çalışılabilir ve ateş karşısındaki zorluklara dayanabilen bir malzeme olmasını sağlar (Zakin, 2001, s. 11).

Çamurla (kil bünyeyle) uğraşan insanlar neden onu bu kadar büyüleyici bulmaktadır? Bu sorunun yanıtı kullanılan malzemenin muhafazasıyla ilgilidir. Çamur ile çalışanlar onun çok özel bir malzeme olduğunu bilmektedirler. Çamurun karakteri, birçok şekilde tanımlanabilir: İlk ve en çok bilineni plastikliğidir ve bu özellik onun üzerinde çalışılabilme imkânını göstermektedir. Çamur biçimsiz olması aslında seramikçiler için oldukça avantajlı bir durumdur, çünkü seramikçilere şekillendirme esnasında özgürlük verecektir. Bu, oldukça keyifli bir süreçtir. Çamur ile kolay ve doğal bir şekilde çalışılabilir. Hafif dokunuşlarla şekillendirilebilir. Tüm şekillendirme süreçlerinde alet kullanımı gerekmemektedir. Çamur doğrudan elle şekillendirilebilir, kurduğunda almış olduğu şekli korur ve fırında pişme sonrasında almış olduğu şekil daha kalıcı olur. Çamur ile çalışmak keyif vericidir ve birçok eser sanatçının yalnızca malzemeyi ve süreci sevmesi sonucu ortaya çıkar.

Çağdaş seramikçiler “çamuru” eserlerini üretmek için kullanırlar. Bu terim iki ya da daha fazla kil veya diğer seramik hammaddelerinin karışımının tanımlanmasında

kullanılmaktadırlar. Çamur, seramikçilerin çalışma yöntemlerine ve pişirim tekniklerine uygun olmalıdır. Pişirim derecelerine, kullanılan tekniklere, şekillendirilmek istenen formlara göre çamurun özellikleri ayarlanabilir. Seramikçiler çok uzun zamandır kendi çamurlarını hazırlamaktadırlar; hatta en eski çömlekçiler bile kendi beğenilerine göre kül, kum, diğer killeri ve mineralleri hazırlanan çamurun içine atıp karıştırmışlardır (Zakin, 2001, s. 11).

1.1. Tanım ve Özellikleri

Seramik çamuru, istenilen ürünü elde etmek için killerin veya kil ve diğer topraklı maddelerin su ile belirlenen oranlarda harmanlanması ile oluşan bir karışım olarak tanımlanabilir. Bazen tuğla veya geleneksel çömlek merkezlerinde olduğu gibi topraktan çıkarılan tek çeşit kil, su ile karıştırılarak seramik üretiminde kullanılabilir. Bu tip killer doğal kil bünyeleri veya çamurlar olarak tanımlanır. Geçmiş zamanlarda çömlekçiler, büyük ölçüde bu tip killeri tek başlarına, hiç ilave yapmaksızın veya çok az katkı ile kullanıyorlardı. Ancak, bazen çamura daha iyi özellikler kazandırmak için düzenlemeler yapılabiliyordu. Örneğin çamurun kurutma veya pişirme esnasındaki küçülmesini azaltmak, deforme olmasını engellemek için biraz kum ilave edilebiliyordu. Günümüzde ise, kuruma ve pişme prosesinden sonra arzu edilen özelliklere (uygun plastisite ve döküm yöntemiyle şekillenebilme, pişme sonrası yoğun yapı, beyazlık, saydamlık gibi yapısal özellikler) sahip olabilen bir seramik çamuru hazırlamak için en az iki veya daha fazla hammaddenin bir araya gelmesi daha iyi sonuçlar verebilmekte ve tercih edilmektedir. Bir çamur reçetesinde en uygun karışımı elde edebilmek için bileşim içindeki killerin fiziksel, kimyasal ve ısıl özelliklerinin anlaşılması gerekir (Rhodes, 1973, s. 24).

Seramik çamur üretiminde özlü (kaolin, killer) ya da özsüz (kuvars, feldspat, dolomit vb.) hammaddeler kullanılmaktadır. Seramik çamurları, kullanım alanına göre hammaddelerde ve şekillendirme yöntemlerinde değişiklik göstermektedir (Alkan Özdemir, 2005, s. 5).

Endüstriyel üretimde (porselen sofraya eşyaları vb.) kullanılacak olan çamur ile elde veya tornada şekillendirilecek çamurun gereksinimleri farklılık gösterir. Çamur reçetesi içinde yer alan kil mineralleri açısından bir değerlendirme yapılacak olursa; porselen sofraya eşyası üretiminde kullanılacak kil ve kaolinlerin daha saf, beyaz pişme rengine sahip olması istenir. Üretilmek istenilen çamur bünyenin pişirim derecesi, plastikliği, ergime

derecesi ve pişirim sonrası rengi göz önüne alınarak hazırlanması gerekmektedir (Scott, 1998, s. 25).

1.2. Seramik Çamurunun Bileşenleri

Sanatsal veya endüstriyel seramik çamuru hazırlamak için farklı fiziksel, kimyasal, mineralojik ve reolojik özelliklere sahip inorganik karakterde seramik hammaddeleri kullanılır. Bunlar üç ayrı grupta temel bileşenleri oluşturur. Killer, ergiticiler ve dolgu malzemeleri. Killer bünyeye plastiklik verir, böylece şekillendirme kolaylaşır ve bünyenin ham mukavemeti artar. Ergiticiler, pişme sırasında eriyerek camsı faz oluşturur ve ürünün mukavemetini sağlar, pişme sıcaklığını düşürür. Dolgu malzemeleri ise, pişmiş bünyenin termal genişmesini kontrol altına alır.

1.2.1. Kil mineralleri

Kil, seramik çamuru için ilk ve en önemli temel bileşendir. Seramik sanat eserinin veya ürünün şekillendirilip form halini almasında ana rolü oynar. Plastik kil olmadan şekillendirme söz konusu değildir.

Feldspatların asit ortamlarda bozuşmasından kaolinit, bazik ortamlarda bozuşmasından ise montmorillonit minerali oluşur. Kaolinitin mika, kuvars, feldspat ile karışımına kaolin, bunun kalitesini pek fazla bozmadan yer değiştirmiş olanına kaolinitik kil veya segonder kaolin, birkaç kez yatak değiştirerek bir havzada çökelmış olanlarına da kil denilmektedir (Kibici, 2002, s. 47).

Kilin tanımı ilk defa 1546 yılında Agricola tarafından yapılmıştır. Her ne kadar plastiklik, tane boyutu ve pişirilince sertleşmeyi içeren esaslar çoğunlukla sabit kalmışsa da, bu tanım o zamandan beri birçok kez değiştirilmiştir. AIPEA (Association Internationale Pour L'étude Des Argiles; Internatioanal Association For The Study of Clays) komitesi killeri, doğal olarak oluşmuş, ince taneli, uygun miktarda su ile karıştırıldığında plastik hale gelen ve kurduğunda veya piştiğinde sertleşen mineraller olarak tanımlamıştır. Ana kayaçlardan fiziksel erozyonla dönüşerek oluşan birincil kil mineralleri ve kimyasal ayrışma yoluyla oluşan ikincil kil mineralleri olmak üzere oluşumlarına göre ikiye ayrılır. Seramik bünyelerde uygun killerin kullanımı, plastikliği ve mukavemeti sağlar. Kaolin ve bağlama kili olmak üzere iki tip kil kullanılır. Her ikisi de kaolinitik yapıdadır ve ana safsızlık olarak kuvars ve minör safsızlık olarak da Fe_2O_3 ve TiO_2 içerir. Killerin tane boyutları kaolinitlere göre daha incedir. Bu sebeple bağlama killeri bünyeye daha fazla plastiklik sağlarlar. Yapısında bulunan safsızlıklar seramik ürünün pişme rengini etkiler (Kadıoğlu, 2009, s. 14-15).

Kimyasal bileşimi, oluşum zamanı, şekli ve kristal yapılarına bağlı olarak farklılıklar gösterir. Kil minerallerinin oluşabileceği bir ortamın bulunması önemli bir

etkendir. Kil yataklarının oluşumu sırasında ortam alkali olursa, kil minerallerinden sadece montmorillonit meydana gelir. Ortamda potasyum hâkim olursa zengin muskovit ve serisit içeren mikalı kil yatakları oluşur (Kibici, 2005, s. 21).

Kil mineralleri; çok büyük ve karmaşık bir mineral dizisine sahip olmaları, içeriklerindeki yabancı maddelerin varlığı, oluşum yeri ve özelliklerinin değişik oluşu gibi etmenlerden dolayı birçok şekilde sınıflandırılabilirler. Literatürde bu sınıflamalar; minerolojik özellikleri (kaolin, montmorillonit, mika, klorit, illit ve attapulgit grupları), yapıları (Amorf ve Kristal Grup), kimyasal içerikleri (Yüksek alüminyum, boksit, silikat, demir, kalsit ve Karbonat içerikli killer), fiziksel özellikleri (plastisite, tane boyutu, refrakterlik, renk özellikleri) ve kullanım alanlarına göre yapılan sınıflandırma şeklinde yer alır (Malayoğlu ve Akar, 1995, s. 125-133).

1.2.1.1. Kaolin

Silikat mineralleri arasında endüstriyel önem arz eden önemli kil grubu hammaddelerden biri de kaolinlerdir. Reolojik (zamana bağlı) davranışı ve fizikokimyasal özellikleri nedeniyle kâğıt, seramik, plastik ve boya gibi sektörlerin ana hammaddesi olarak kullanılırlar. Saflığı, beyazlığı, tane boyut dağılımı, ısıl davranışı ve yüksek Al_2O_3 içeriği (refrakterliği) gibi fiziksel, kimyasal ve reolojik özellikleri kaolinlerin seramikte kullanım yerini ve miktarını etkileyen önemli faktörlerdir. Kaolinler seramik yapımında kullanılırken, bu açıdan çoğu zaman aranılan ölçütlere sahiptirler (Eygi ve Ateşok, 2006, s. 87-96).

Kaolinler genellikle primer yataklarda bulunurlar. Kimyasal yönden saftırlar. Yapısında yabancı maddeler az olduğu için, doğal ve pişme renkleri beyaz veya beyaza yakındır. İri kristallidirler, ateşe dayanımları yüksektir. Sert ve yumuşak olmak üzere iki türü vardır. Sert kaolin suya atıldığında dağılmaz. Yumuşak kaolin ise suda dağılır. Bu tip kaolinlere yıkanabilir kaolin de denir. Yıkama ile feldspat ve kuvars gibi sert maddelerden ayrılarak kaolinitçe zengin olan kaolin elde edilir. Plastiklikleri sert kaolinlerden fazladır. Kaolin seramik endüstrisinde yoğun bir şekilde kullanılmasının yanı sıra, birçok endüstriyel alanda kullanılmaktadır. Çıkarıldığı coğrafi bölgeye göre çalışma özellikleri değişiklik göstermektedir (Tanışan ve Mete, 1988: 8).

1.2.1.2. Bağlama kili (ball clay)

Bu killer; kaolinit türü killerin alt grubudur. Oluşum evresindeki farklılıktan bu tür killer var olmuşlardır. Bağlama killeri kaolinlerden daha ince tane yapısına sahiptirler ve daha fazla safsızlık içermektedirler. Özellikle karbonat içerikleri daha fazladır. Bu tür killerin içindeki safsızlıkların çokluğu ve çeşitliliği özellikle ısı ile renk değişimi özelliğini kazandırmaktadır. Su absorpsiyon ve plastiklik özellikleri, ham mukavemetleri daha fazladır. Bu tür killerin kullanım spesifikasyonlarını belirleyen en önemli özellik ise içindeki safsızlıklardır. Seramik sanayii dışında yapay abrasivler, emaye, asbest üretimi gibi diğer sanayii dallarında kullanılırlar (Malayaoğlu ve Akar, 1995, s. 125-133), (Scott, 1998, s. 25-26-27), (Hopper, 2001, s. 70).

1.2.1.3. Ateş kili (şamot kili, fire clay)

Ateş kili terimi ısıya karşı dayanımı ifade eder. Kilin diğer özellikleri büyük ölçüde farklılık gösterse de eğer refrakterlik özelliğine sahip ise ateş kili olarak bilinir. Genellikle kömür yataklarında, kömür tabakaları üstünde bulunurlar. Bu nedenle çoğu kömür madeninde kazı esnasında veya dekapaj yapılırken kazanılırlar. Genellikle saf ve temiz, safsızlıkları azdır. Demir içermezler. Nerede veya hangi amaçla % 10-100 oranlarında kullanılırsa kullanılsınlar; pişme rengi açısından dezavantajları bulunmamaktadır. Seramik (fayans, tuğla, kanalizasyon borusu, fırın yapımı) ve refrakter sanayii, çimento, sondaj, kimya, dolgu gibi diğer alanlarda kullanılır. Bu kilin kullanımında esas parametre plastiklik derecesi ve sertliği olmaktadır. Özellikle refrakter alanında aranan bir hammaddedir. Düşük plastikliği ve yüksek alumina içerikleri ile diğer killerden ayrılırlar. Yüksek sıcaklıklarda pişen seramik çamur reçetelerinde yer alırlar. Ayrıca, düşük pişirimli terracotta kiliyle karıştırılarak büyük heykel işleri için kullanılır. Düşük pişirimli malzeme eriyerek refrakter partikülleri birbirine bağlar.

Rahat kuruması ve güçlü yapısı bakımından elde ve tornada şekillendirmede kullanılmaktadır. Raku pişirimine oldukça uygun olmasına rağmen yüksek pişirimler için de yeterli dayanıklılığı vardır (Hopper, 2001, s. 70), (Scott, 1998, s. 26), (Malayaoğlu ve Akar, 1995, s. 125-133).

1.2.1.4. Bentonit

Feldspatların asit eriyiklerle kaolinleşmesi sırasında devamlı olarak alkali iyonlarının açığa çıkması, bu eriyiklerin zamanla bazik özellik kazanmasını, sonuçta

kaolinitin yanı sıra montmorillonitin oluşmasını sağlar. Montmorillonit grubu minerallerin diğer minerallerle karışımına ve bunların kalitelerini pek fazla bozmadan yer değiştirmiş olanlarına bentonit, birkaç kez yatak değiştirerek yabancı elemanların bentonit mineraliyle birlikte bir havzada tabakalar halinde çökelmiş olanlarına bentonitik kil adı verilir. Fiziksel özellikler açısından diğer killerden önemli ölçüde farklılıklar gösterir. Çok ince tanelidir. Tane boyutunun çok ince, dolayısıyla temas yüzeyinin çok büyük olması nedeniyle yüksek su alma gücüne sahiptir. Plastikliği yüksektir. Bünyesine su aldığı anda hacminin 10-20 katı şişer ve jel oluşturur. Aşırı tiksotropi özelliğine sahiptir. Seramik çamurlarında % 1-2 oranlarında çok az katkısı plastisite ve kuru mukavemeti artırır. Bağlayıcılık özelliği vardır. Seramik sırlarında çökmeyi engellemek için süspansiyon malzemesi olarak kullanılır (Kibici, 2002, s. 47- 48).

1.2.1.5. Kırmızı killer

Doğada en çok ve yaygın olarak bulunan killerdir. Bileşimlerindeki demir ve diğer organik bileşiklerden dolayı ham haldeki renkleri; kırmızı, kahverengi, yeşilimsi ve gri olabilir. Pişirildiklerinde kilin tipi ve pişirim koşullarına bağlı olarak renk; pembeden, deve tüyü, oranj, kırmızı, kahverengi ya da siyaha değişen bir skala gösterirler. Dünyadaki çömlüklerin, düşük derecede pişen seramiklerin üretimi için hala bu killer kullanılmaktadır. Ayrıca tuğla, kiremit, drenaj boruları ve diğer yapısal kil ürünlerinde bünyenin ana bileşenleridir. Kırmızı killer tek başlarına kullanılacak kadar yüksek plastikliğe sahiptirler (Hopper, 2001, s. 71). % 5 ile % 13 arasında değişen demir oksit (Fe_2O_3) içeriği nedeniyle $1000^{\circ}C$ 'de pişirildiğinde koyu turuncu bir renk alırlar.

Plastiklik, zengin renk ve işlenebilirlik özellikleriyle geçmişte olduğu gibi günümüzde de çömlükçilikte kullanılmaktadır. Kırmızı killer diğer killere de kolaylıkla karıştırılabilir ve onların plastikliğini, renk karakterini ve işlenebilirliğini artırır. Bu killerin bir kısmı parlak turuncu, bir kısmı parlak koyu kahverengi, bir kısmı da mat kahverengi renktedir. Kırmızı killer, genellikle ergimelerini kolaylaştıran diğer mineral karışımlarını içerirler. En önemli özellikleri, belirli oranda su ile (% 25-35) karıştırıldıklarında plastik hale gelmeleri, şekillenebilmeleri ve kurutulup pişirildikten sonra dayanıklılık kazanmalarındır. Kil içinde bulunan demirli ve alkali bileşikler plastikliğini ve ateşe dayanma yeteneğini azaltırlar. Beyaz veya renkli pişen killerin plastiklik ve şekillenme özelliklerinden dolayı tek başlarına veya endüstriyel ya da sanatsal üretimlerde çamur reçetesi içindeki temel bileşenleri olduğu bilinmektedir. Ayrıca sırlarda bağlayıcı olarak reçete içinde farklı oranlarda yer alırlar. Astarlarda ana unsurdur. Hatta boya bileşimlerinde de kullanılırlar. Özellikleri bu hammaddelere çok geniş bir kullanım alanı sunmaktadır (Biçici, 2010, s. 11-12).

1.2.2. Ergiticiler

Ergiticiler, sanatsal ve endüstriyel seramik üretimindeki temel hammaddelerdendir. Feldspatlar, kalsiyum karbonat, talk ve kemik külü bu gruptaki malzemelerdendir. Verilen sıcaklıkta bünyedeki bileşenlerin tamamen ergimesi veya kısmi ergimeyle sinterleşme olayının gerçekleşmesini sağlarlar. Ergitici miktarı ve ergime özelliği arasında paralel bir ilişki vardır.

Ergiticiler yüksek oranda alkali ve toprak alkali oksitleri içerirler. Alkali miktarı arttıkça ergitme yeteneği artar. Feldspatlar alkali içeriklerine göre potasyum feldspat veya ortoklas, sodyum feldspat veya albit, anortit, baryum feldspat veya celsian, lityum feldspat olarak adlandırılırlar. Sodyum feldspat içerikli porselen bünyeler, potasyum feldspat içerikli bünyelerden daha düşük sıcaklıklarda sinterleşmektedirler. Kil, feldspat ve kuvarstan oluşan tipik seramik reçetesinde feldspat yumuşar, camsı veya sıvı hale geçer, buna karşılık kil ve kuvarsı katı halde ıslatır ve gözenekler arasında dereceli olarak dağıtıldıkça, yüzey gerilimi taneleri birbirine çeker. Belirli bir mineralojik bileşime sahip her seramik hamuru, bu mukavemet kazanma ve yoğunlaşma işlemlerinin gerçekleştiği sabit bir pişme sıcaklığına sahiptir ve bu sıcaklık genellikle 1100-1300 °C arasında bulunur. Örneğin porselen, yarı camsı porselen ve sıhhi tesisatta bu sıcaklık 1300 °C, buna karşılık sert porselen imalatında pişirme sıcaklığı 1400 °C civarındadır. Eritici (flux-flaks), pişirme sırasında seramik bünyenin camlaşma derecesini kontrol eder ve ürün fırından istenen camlaşma derecesinde çıkar. Farklı seramik bünyeler değişik camlaşma derecesi gerektirdiğinden belirli bünyelerde kullanılacak flaks miktarı da değişkendir. Yumuşak porselenlerde (düşük sıcaklıkta pişirilmiş) feldspat reçete bileşiminin % 25-40'ını, sofraya eşyasında % 18-30'unu, elektro porselende % 20-28'ini ve kimyasal teknik porselende % 17-30'unu teşkil eder. Kural olarak, seramik sanayinde potasyum feldspat daha yaygındır. Potasyum feldspatın avantajı, yüksek viskoziteye sahip bir eriyik oluşturmasıdır ve bu eriyiğin sonucu olarak, pişirme sırasında seramiğin şekil bozulmalarına karşı mukavemet temin eder. Nefelinli siyenit; seramik sanayinde hem camsı faz oluşturucu, hem de eritici olarak yararlı özellikler sunar. Pişirme sıcaklığı ve zamanını önemli ölçüde düşürür (Çelik Karakaya, 2007, s.237-238).

1.2.3. Dolgu malzemeleri

Plastik ve ergitici özelliğe sahip olan hammaddelerin seramik bünyelerde kullanılmasının yanı sıra, plastisite özelliği olmayan ancak ısısal genleşmeyi kontrol eden

dolgu malzemelerine de gereksinim vardır. Dolgu malzemeleri, seramik bünyelerde düşük sıcaklıklarda küçülme nedeniyle oluşan çatlaklara karşı dayanımını arttırmakta ve yüksek sıcaklıklarda iskelet görevi görerek, bünyeyi sağlamlaştırır. Bünyenin iskeletini oluşturmak için kuvars, ayrı bir bileşen ya da kil ve feldspatlardan sağlanan bir hammadde olarak kullanılabilir. Kuvars çamurun viskozitesini azaltır, bünyenin kaba partikül boyutlu kısmını oluşturur, plastikliği dengeler ve kuru küçülme oranını düşürür. Pişirim esnasında deformasyon olmadan gaz çıkışını sağlamaktadır. Yüksek sıcaklıklarda, çözünen miktara göre, camsı eriyiğin viskozitesini belirlemektedir ve bu sayede piropplastik deformasyon oluşumunu da etkilemektedir. Kalıntı kuvars miktarına göre bünyenin ısıl genleşme katsayısı değişim gösterebilmektedir. Kuvarın tane boyutu bünyenin oluşumunda oldukça önemli bir yere sahiptir. Pişirim esnasında, kuvarın bir kısmı çözünerek camsı faz gelişimine katkı sağlarken, bir miktar kuvars çözünmeden kalmaktadır (Taykurt Daday, 2012, s.6-7).

1.3. Seramik Çamurlarının Hazırlanması

Seramik çamuru; farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere (pişme rengi, renk, doku, su emme, boyutça küçülme, sertlik, mukavemet vb.) sahip sanatsal seramik eserleri veya endüstriyel seramik ürünleri üretmek için bir araya gelmiş kil mineralleri, ergiticiler ve dolgu malzemelerinin karışımı olarak tanımlanabilir.

Seramik çamurunun hazırlanabilmesi için önce hammaddelerin ocaklardan çıkarılması ve gerekli ön hazırlık işlemlerinden geçirilmiş olması gereklidir. Bir başka ifade ile çamur hazırlama, seramik üretiminin cinsine göre şekillendirme işleminden önce hammaddelerin son olarak göreceği işlemdir (Güner, 1987, s. 44).

Geleneksel, sanatsal ya da endüstriyel olarak seramik ürünün üretiminin ilk basamağı olan şekillendirmenin yapılabilmesi için öncelikle reçete bileşiminin belirlenmesi gerekir. Çamur hazırlama doğal veya endüstriyel yöntemlerle gerçekleştirilebilir. Bir ya da birkaç kilin kullanıldığı geleneksel seramik merkezlerinde hammadde ocaktan çıkarılır, elenir, suyla karıştırılıp yoğrulur, dinlendirilir ve kullanılır. Genel olarak reçetede yer alan ve ön hazırlık işlemleriyle belirli tane boyutuna boyutu getirilen, plastik ve plastik özellikte olmayan hammaddeler homojen olarak karıştırılır. Sanatsal veya endüstriyel seramik üretiminde genellikle döküm (sulu) çamuru, plastik ve kuru çamur kullanılır.

Kuru çamur hazırlamada hammaddeler ayrı ayrı öğütülerek sonradan belirlenen oranlarda karıştırılabilir veya tüm hammaddeler birlikte değirmende kuru olarak öğütülür. Bunun için kuru öğütme sistemine sahip değirmenler kullanılır. Yarı yaş çamur hazırlama yöntemi kuru ve yaş çamur hazırlamanın bir bileşkesidir. Kuru veya daha az kuru belirli tane boyutuna sahip kil ve diğer özsüz hammaddeler, su ilave edilerek plastik hale gelinceye kadar çift burgulu teknelerde karıştırılır. Buradan vakumlu veya vakumsuz karıştırıcılara alınarak plastik çamur elde edilir. Yaş (döküm) çamur üretmek için bilyalı değirmenlerde yaş öğütme yapılır (Arcasoy, 1983, s. 49- 50).

Yaş çamur hazırlama yöntemiyle günümüzde çoğunlukla seramik üretiminde kullanılan döküm, plastik ve kuru presleme çamurlarının üretilmesi en çok tercih edilen yöntemdir. Genellikle fabrikalarda gerçekleştirilen bu işlemlerde özsüz hammaddeler bilyalı değirmenlerde su ile öğütülür. Suda dağılma özelliğine sahip plastik kil mineralleri karıştırıcılarda elektrolit ve su ile açılır. Daha sonra bu iki karışım çamur havuzlarında bir araya getirilir. Bu işlemler her üç çamur tipinde de aynı şekilde gerçekleştirilir. Çamur kuru pres yöntemiyle şekillendirilecek ise, stok havuzlarındaki sulu çamur püskürtmeli kurutucuya gönderilir.



Görsel 1.1. *Kuru çamur hazırlama*
Kaynak: *Fotoğraf: Emel Şölenay*

Sprey dryer (püskürtmeli kurutucu); ısıtılan bir hacim içine sulu çamurun püskürtülerek pulverize (toz haline getirme) edilmesi, küçük granüller haline gelen çamur parçacıklarının sıcak hava ile karşılaşarak granül hale gelmesi prensibi ile çalışmaktadır. Püskürtme kulesi içinde çamur, enjektörlerden yaklaşık 20-25 bar yukarı doğru püskürtülür. Püskürtmeye ters istikamette, sıcak hava akışı verilir. 500-550 °C’de suyun buharlaşması ile granüller ağırlıklarıyla kurutucunun alt tarafındaki taşıyıcı boruya düşerler. Çamurun bu noktadaki sıcaklığı 500-550 °C’dir. Bu aşamada; beslenen çamurun

litre ağırlığı, viskozitesi, sıcak havanın düzenli olup olmaması, beslemenin kontrollü olması ve pompa basıncı dikkat edilmesi gereken konulardır. Bu üniteden elde edilen granüller, çamur silolarına gönderilir. Çamur nemi sonraki prosesler için önemli olduğundan sürekli kontrol altında tutulmalıdır (% 5-6). Üretimde kullanılacak çamur, yarı yaş (elde şekillendirme, tornada el ile şekillendirme, tornada alçı üzerine veya içine sıvayarak şekillendirme veya otomatik şekillendirme vb.) yöntemlerle şekillendirilecek ise sulu çamur filter preslerden geçirilir. Üretilen filter pres kekleri vakum presten geçirilir, çamurun havası alınır, plastik şekillendirme için uygun çamur elde edilir.



Görsel 1.2. Plastik çamur hazırlama
Kaynak: Fotoğraf: Emel Şölenay

Döküm çamuru, plastik veya özlü ve özsüz hammaddelerden oluşan kuru karışıma su ve deflokülan (elektrolit) ilavesiyle hazırlanır. Çamuru oluşturan hammaddelerin mineralojik, fiziksel, kimyasal ve reolojik özellikleri (Kimyasal olarak; bileşimi, fiziksel olarak; tane boyutu, mukavemet, porozite ve küçülme özellikleri mineralojik olarak; içerdiği mineraller, reolojik olarak; döküm özellikleri: viskozite, tiksotropi vb.), Su oranı, elektrolit tipi ve katkı oranı, öğütme süresi döküm çamurunun kalitesini etkileyen parametrelerdir.



Görsel 1.3. *Seramik döküm çamuru*

Kaynak: http://www.duravit.com.tr/website/anasayfa/ueruenler/malzeme_bilgisi/vitrifiye.tr-tr.html

Minimum su ve elektrolit katkısı ile optimum döküm özelliklerinin sağlanması amaçlanır. Fazla su (% 50'nin üzerinde) kalıpları ıslatır, kalıptan çıkma süresini uzatır ve kalıp içinde şekillenmiş formun çatlamasına neden olur. Bu nedenle, döküm çamurunda akışkanlığı suyu artırarak elde etmek olanaksızdır. Su belli bir oranda kalmalıdır. Her kil, kaolin veya çamurun, elektrolit ve suyla akışkan hale gelmesi farklıdır. Elektrolitin katkı oranı, türü ve etki süresi akışkanlıkta önemli rol oynar (Arcasoy, 1983, s. 75- 76).

% 0,25 - % 0,5 arasında kimyasal deflokülan (elektrolit) ilavesiyle, daha düşük su içerikli ama aynı akışkanlık değerine sahip döküm çamuru elde etmek mümkündür. Geleneksel olarak kullanılan deflokülanlar sodyum silikat ve sodyum karbonattır. Kil kristalleri ince kesitli düz plakalardan oluşmuştur. Bu plakaların yüzeyi pozitif ve negatif elektrik yüklü olup diğer maddelerin elektrik yüklü iyonları tarafından çekilir. Kil-su sistemine sodyum silikat ilave edilirse sodyum silikat çözeltisinden gelen sodyum iyonları kil taneciklerinin yüzeyindeki negatif elektrik yüklü kısımlarınca, silikat iyonları da pozitif (+) elektrik yüklü alanlar tarafından çekilerek yüzey üzerinde bağlanırlar. İyon ile kil tanecik yüzeyi arasındaki bağın kuvveti (zeta potansiyeli) iyonun büyüklüğüne ve yüküne bağlıdır. Küçük iyonlar, büyük iyonlara göre kristal yüzeyine daha sıkı tutunurlar. İyonlar, ısı enerjisi nedeniyle hareket halindedirler. Bu enerji yeterli miktarda ise iyon ve kristal yüzey arasındaki bağ kırılır, iyon yüzeyden ayrılır. Sonuç olarak kil kristalleri yüzeyinde sürekli bir değişim söz konusudur. Defloküle olan bir döküm çamuru genellikle negatif yüklü kil kristallerine sahiptir. Bu, kristallerin birbirlerini itmelerini ve süspansiyonda daha uzun süre kalmalarını sağlar. Ortaya çıkan döküm çamuru çok kararlıdır ve buradaki kil tanecikleri, kil-su sistemlerinin gelişmiş güzel sistemleri ile karşılaştırıldıklarında düzenli bir oluşum gösterirler. Sonuç olarak daha iyi

paketlenme özelliklerine sahip olurlar. Bu yönlenmeye ve taneciklerin birbirinden ayrılmasına bağlı olarak, aynı akışkanlık oranını sağlamak için daha az suya gerek duyulur. Döküm çamurlarının su içeriği; plastik çamur ile çok yoğun, akışkanlığı olmayan çamur aralığındadır (Fraser, 2010, s. 56- 58).

Döküm çamuru; genellikle alçı kalıpla şekillendirme yönteminde kullanılması için hazırlanan sıvı haldeki seramik çamurdur. Seramik sağlık ve vitrifiye gereçlerinin üretimin de alçı kalıp içerisine döküm çamuru şekillendirmesi uygulanır. Döküm çamurlarının genellikle katı oranı yüksek, düşük viskoziteli ve kararlı halde getirilmiş olması gerekir. Ayrıca, döküm sonrası kalıp içerisinde kolaylıkla yayılabilmesi ve belirli reolojik parametrelere sahip olması istenmektedir (Eygi, ve Ateşok, 2006, s. 88), (Çukurluoğlu vd., 2014, s. 177-178).

Birçok çağdaş seramik sanatçısı çamurlarını kendi atölyelerinde yapmayı sürdürmektedir. Bu sanatçılar toz haline getirilmiş, kil ve kil olmayan hammaddeleri öğütülmüş ve rafine edilmiş olarak satın alırlar. Bu hammaddeler daha sonra su ile karıştırılıp çamur haline getirilir. Çamur hazırlama zorlu bir süreçtir. Bu zorluklar altı çizilecek kadar önemli nedenlerden kaynaklanır. Çamurların sulu halde makine işlemlerinden geçirilmesi, işlenmesi ağır ve zorlu bir basamaktır (Zakin, 2001, s. 30).

2. RENKLİ ÇAMURLAR VE SERAMİK ÇAMURLARINDA METAL OKSİTLERİN KULLANIMI

2.1. Renkli Çamurlar

Renkli çamurlar; fiziksel, kimyasal ve mineralojik olarak farklı özelliklere sahip olan seramik çamurlarına Fe_2O_3 , CoO , MnO vb. renklendirme etkisine sahip metal oksitler, seramik pigmentler gibi renklendirici unsurların belirlenen oranlarda ilave edilmesiyle oluşturulur.

Renkli çamur hazırlamanın birden fazla yolu vardır. En iyi sonuçlar açık pişme rengine sahip bünyelerle alınır. Esas olarak kullanılması düşünülen belli oranlardaki oksit ya da renklendiricilerin kuru ya da sıvı çamur ile homojen bir şekilde karışımı sonrası oluşmaktadır. Karışımda çözülmemiş tanecikler ve topaklanmaları önlemek için hazırlanan renkli çamurun elekten geçirilmesi gerekmektedir. Metal oksitler % 20 oranına kadar çamura katılıp renkli çamur oluşturulabilir. Sır altı boyalarının çamura ilave

edilerek hazırlanması ile renkli çamur skalası daha geniş olabilmektedir (Gregory, 1992, s. 31).

Renkli çamurlar, birçok sanatçı ve tasarımcının eserlerini oluşturmadaki tercih ettiği yaygın yöntemlerden biridir. Jasperware süslemesi, mozaik tekniği ve mermer tekniği en sık rastlanan tekniklerdendir. Jasperware tekniği metal oksitler tarafından boyanmaya hazır olan beyaz bünyeli çamurlarla formüle edilmektedir. Çalışmalarda arka planda, geniş, renkli çamur olan bölgeler genellikle mavi yapılmaktadır. Ayrıca yeşil, pembe, siyah ve açık mor renkleri de olabilmektedir (Connell, 2007, s. 14).



Görsel 1.4. Rölyefli siyah jasperware vazosu, Josiah Wedgwood ve oğulları

Kaynak:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/20/Urn,_Josiah_Wedgwood_and_Sons,_1800-1830,_black_jasperware_with_applied_reliefs_-_Chazen_Museum_of_Art_-_DSC01959.JPG

Mermer tekniğinin, en az iki renk çamurun çeşitli yöntemlerle karıştırıldığı ve kullanıldığı bir seramik şekillendirme tekniği olduğu, yüzeylerdeki renk, çizgi ve desen zenginliğinin doğadaki agat ve mermer taşına benzemesi nedeniyle bu şekilde adlandırıldığı ifade edilmektedir (Önder Er, 2004, s. 1).

İngilizce de agateware olarak anılan mermer tekniği; iki ya da daha fazla renkli kilin çeşitli yollarla damarlı bir biçimde birleştirilmesi sonucu oluşmaktadır. Bu teknikte kalıba basma, elde ve tornada şekillendirme yöntemleri kullanılmaktadır. Rastgele bir biçimde sıkıştırılmış ya da yoğrulmuş iki ya da daha fazla renkli çamur mermere benzer bir görünüm sağlamaktadır. Renkler, çamurların birbiri ile homojen bir biçimde

karıştırılması sonucunda girdap görünümünde, birbirleri ile ayrılamaz bir şekilde birleşecektir ve bu sayede organik mermer görünümü elde edilmiş olacaktır. Torna ile şekillendirme sonrasında seramik bünye, natürel spiral desenlere sahip olmaktadır. Zıt renklerle elde edilen keskin bölmeler mermer tekniğine damarlı görünüm kazandırmaktadır. Mermer tekniği bazen çanakların üzerine kullanılan karmakarışık astar tekniği olarak tanımlanmaktadır. Bu süreçte kilin mermer görünümünden esinlenilmiştir ve dekor tasarımından ziyade, agateware tarzının ortaya çıkmasına neden olmuştur (Connell, 2007, s. 14-15).



Görsel 1.5. Robin Hopper'in Mermer tekniğine (agateware) örnek

Kaynak: <https://studioceramicscanada.files.wordpress.com/2012/11/hopper-fluted-bowl-agateware-choosin-pottery-page3-1001-full.jpg>

“Mozaik tekniği, renkli çamur bünyelerinden oluşturulan ince plakaların kontrollü olarak belli bir desen dâhilinde dizilmesi ve hazırlanmış başka bir plaka üzerine gömülmesi veya yan yana dizilerek, aralarına ince sulanmış bir çamur sürülerek birleştirilmesi ile oluşur” (Uzuner, 2005, s. 102).

Seramik astarlar da çamurların renklendirilmesinde kullanılmaktadır. Astar, kuru kil ve suyun belirli oranlarda karıştırılmasıyla oluşturulan, yarı sıvı, akıcı, ince taneli ve gerektiğinde renkli olan seramik çamurudur. Uygulandığı seramik yüzeyin rengini değiştirir, ürüne estetik ve dekoratif değerler katar. Toprak sanatında astar ile resimleme eski ve en yaygın süsleme yöntemlerinden biridir. Renkli astar, sırım bulunmasından önce birçok farklı kültürlerde kullanılmış, kalan örnekler günümüze kadar özelliklerini kaybetmeden müzelerde ve özel koleksiyonlarda yer almaktadır (Çobanlı, 1996, s. 1-2).

Renkli çamurun ilk kullanımlarından biri, antik geçmişi 7000 yıl öncesine giden Mısır fayansı olarak da bilinen Mısır çamurudur.

Genç ve Karakaya ‘‘Antik Mısır amuru Araştırması’’ konulu çalışmalarında Mısır amuru örneklerinin tarih öncesi dönemden İslami hkimiyetin başladığı döneme kadar görüldüğünü ifade etmektedirler. Eski krallık döneminde Kral Djoser Piramidinin içerisindeki duvar inileri dönemin en göz alıcı örneklerindedir. Orta krallık döneminde Mısır amuru üretiminin gelişip hızlandığı, hayvan figürlerinin yoğunlukla görüldüğü, Nil nehrinin verimliliğini simgeleyen Hipopatomus figürünün geniş yer tuttuğu belirtilmektedir. Yeni krallık döneminde daha geniş bir yelpazede üretim yapılmakta, kil kalıplar yoğun olarak kullanılmaktadır. iniler ve mimari ögelerin yanında takılar ve kkk objelerin sayısı da oldukça fazladır. İçeriğindeki yüksek soda ve silis oranlarına bağlı olarak pişirildiğinde camsı özellikler kazanır. Karışım 900-950  C sıcaklıkta pişirildiğinde oluşan parlak ve camsı yapı ne cam, ne de sırdır. Mısır amuru bu özelliği nedeniyle, seramik bünyede, sır ve çamur arasında oluşan ara tabakaya benzemektedir. Yapıda esas olarak kum, soda, feldspat ve renklendirici metal oksitler yer alır (Genç ve Karakaya, 2012, s. 223-225). Kendiliğinden sırlı olan bu bünyelerin hazırlanış aşaması; kuru halde olan materyallerin birbirileriyle karıştırılıp, sonrasında su ile harmanlanıp, belli bir çamur kalınlığına ulaşmasıyla olmaktadır. Mısır amuru ile formun son hali verildikten sonra asla dokunulmamalıdır, çözünebilir tuzlar yüzeye çıkabilir ve sonrasında sır olacak olan kristal kaplama şeklini alabilir. Fırına yerleştirilirken dikkat edilmeli olabildiğince az temas edilmelidir ve yüzey kaplamasının zarar görmemesi için tedbir almak gerekmektedir. Büyük lekli formlar için çalışılması zor olan bir çamurdur (Gregory, 1992, s. 31).

2.2. Seramik amurlarında Kullanılan Renklendiriciler

Renk; sanat seramikleri, yapısal kil ürünleri, karo, sağlık gereçleri ve porselen sofra eşyaları gibi geleneksel seramik ürünlerin temel özelliklerindedir. Bu üretimlerin gerçekleşmesindeki ana unsurlardan seramik çamur, sır ve astarların renklendirilmesinde genellikle; sıra renk veren basit metal oksitler, karbonatlar, nitratlar, sülfatlar veya seramik boyaları (pigmentler) tek başlarına ve diğer renklendiriciler ve opaklaştırıcılarla birlikte kullanılır. Seramik boyaları; metal oksitler, karbonatlar ve diğer inorganik bileşiklerin belirli oranlarda karıştırılması ve 1400  C’ye kadar değişen sıcaklıklarda kalsine edilmesi ile elde edilirler. Kil, kuvars ve alumina gibi seramik hammaddeleri de boya reçeteleri içinde yer alabilirler.

Seramik boya ları, sır altında, sır üzerinde ve sırın içerisinde boyama görevi yapan, çeşitli metal oksitlerden elde edilen özel renklendiriciler olarak tanımlanabilirler. Al_2O_3 hemen hemen tüm boya ların en önemli birleşimidir. Seramik boya ları sır içinde çok ince dağılarak renk vermeleri ile renk veren oksitlerden ayrılırlar. Seramik boya larının bileşimlerinde renk veren oksitler tek başlarına kullanabildikleri gibi, birkaçı bir arada da kullanılarak, çok geniş renk paletlerinin ve çeşitli koşullara dayanıklı seramik boya larının elde edilmelerini sağlanabilir. Seramik boya larının dayanıklılığını ve boyama gücünü etkileyen en önemli faktörler, boyanın kendi bileşimi, kullanıldığı sırın bileşimi ile pişme sıcaklığı ve fırın atmosferidir. Seramik boya larının üretiminde, elde edilmek istenen renklerin çeşitlerinin çokluğu nedeni ile çok sayıda metal oksit ve birleşenlerinden yararlanılır (Arcasoy, 1983, s. 240).

Renklendirici oranı dışında, sır, çamur veya astar bileşiminde yer alan ergitici türü, oranı, pişirim sıcaklığı ve pişirim atmosferi renk tonlarını etkileyen faktörlerdendir. Metal oksitler çamur içine tek başlarına veya bir arada ilave edildikleri zaman çok geniş bir renk paleti oluşturabilirler. İlave edilen metal oksitlerin oranı, çamurun pişirim esnasında ve sonrasındaki özelliklerini etkilediği için önemlidir. Çünkü bazı metal oksitler akışkanlaştırıcı özelliklerinden dolayı bünyede ergitici gibi hareket ederler ve bünyenin sinterleşme sıcaklığını düşürürler. Şişme ve kabarma hataları oluşturabilir. Bu durumda çamur içindeki oksit miktarı düşürülebilir veya daha düşük sıcaklıklarda pişirim yapılabilir. Çamur içindeki oran en yüksek % 5 olarak kabul edilir. Ancak bazı çamurlar için bu oran bile fazla olabilir. Sinterleme ve erime sıcaklığı yüksek olan metal oksitler de bu miktar artabilir. Optimum kullanım oranları deneysel olarak belirlenir (Connell, 2007, s. 29).

Uzuner (1999, s. 164- 165); Köpürme, kabarma şeklinde görülebilecek etkilerin bazı sanatçılar tarafından özellikle tercih edildiğini, doğal killer ile yapılan renklendirmelerde ise katkı oranının metal oksit ve seramik boya larına göre daha yüksek olması (% 10'dan fazla) gerektiğini belirtmektedir. Renklendirilecek bünyenin doğal renginin açık olması renklendirme işleminin maliyetini düşüreceğinden tercih edilmeli, koyu renkli bir bünye gerekmedikçe oksit ve seramik boya ları beyaz veya açık renk bünyelere ilave edilmelidir. Uzuner'e göre (1999, s. 165); seramik çamuru, renklendiriciler için seramik sırı ile kıyaslanırsa iyi bir çözücü ortam değildir. Dolayısıyla renklendiricilerin çamura katılmadan önce, değirmenlerde bir miktar çamurla öğütülmesi ve daha sonra çamura ilave edilmesi gerekmektedir. Böylece eğer farklı bir etki istenmiyorsa, her noktada aynı özelliği gösteren, homojen bir renk dağılımı sağlanmış olur. Çamura eklenecek renklendirici boya veya oksitleri değirmende hazırlama şansı

yoksa bir miktar su ile porselen havanda öğüttükten sonra çamura ilave etmek daha doğru olacaktır.

2.2.1. Demir oksit (FeO, Fe₂O₃)

Demir oksit en önemli renklendirici oksitlerden birisidir. Killerin büyük bir kısmında az veya çok oranlarda bulunur.

Çoğu kayaç, kum veya toprağın karakteristik kahverengi, sarı, gri veya pas renklerinin nedeni bileşimlerdeki demir oksitten kaynaklanmaktadır. Demir oksit içeren çamura uygulanan saydam sırlar bünyenin; kahverengi, devetüyü, kırmızımsı kahverengi veya sarı renklerini ortaya koymaktadır. Sır ve çamur bünyelerdeki renk çeşitliliği bileşimdeki demir oksit oranı, sır tipi, pişirim sıcaklığı ve atmosferine bağlı olarak değişir. Kurşunlu sırlar daha yumuşak, alkalili sırlar daha soğuk renkler oluşturur. Demir oksit içeriği az olan çamurlarda; devetüyü, krem ve sarı, fazla olan çamurlarda kırmızımsı kahverengi veya kahverengi renk tonları oluşur (Rhodes, 1973, s. 206-207).

Demir oksitin mevcut yaygın formları: kırmızı, sarı, siyah demir oksitler ve demir kromattır. Tüm bunlar çok ince renk farklılıkları olan hoş renkler oluşturabilmektedir. Seramik çamuruna % 1-2 gibi düşük oranda kırmızı demir oksit katkısı, krem-ten arası renk verirken, % 10'a kadar kullanıldığı zaman kırmızımsı kahverengi oluşturmaktadır. Bu miktar % 15'e kadar çıkarılabilir, ancak bu yüksek oranlı eklemeler çamur bünyenin refrakter yapısını etkileyebilir. Sarı demir bileşiği, kırmızı demir ile benzer renkleri vermektedir. Ancak yüksek pişirimlerde zayıf renk tepkisi göstermektedir. Siyah demir oksit kırmızı demir oksitten daha grimsi tonlar vermektedir. Demir kromat ise gri kahverengi arası renkler vermektedir (Connell, 2007, s. 30). Bazı earthenware çamur bileşimlerinde demir oranı % 10 kadar olabilmektedir ve böyle bir oran bünyenin erime derecesini düşürmekte önemli bir rol oynar. Çünkü demir eritken (flux) olarak davranmaktadır. Bu nedenle; pişmiş bünyede kabarma, krater vb. hataların oluşmaması için metalik bileşenler, renkli kil bünyesine eklenirken (özellikle yüksek sıcaklıklarda pişen bünyelerde) dikkatli olunmalıdır (Harvey, 1983, s. 77-78).

2.2.2. Kobalt oksit (CoO)

Kobalt bileşikleri (kobalt oksit ve kobalt karbonat) en güçlü ve kararlı renklendiricilerdendir. Bu nedenle sır ve çamurlarda oldukça az miktarlarda kullanılmaktadır.

Seramik sırlarında mavinin çok değişik tonlarını verirler ve pişirim sırasında fırın atmosferini de değiştirirler. Kobalt bileşikleri günümüzden 500 yıl öncesinde Antik Mısır seramiklerinde kullanılmıştır. Bir kobalt mavisi olan zaffre ile kobalt mavisi camlar ve seramikler Antik Mısır döneminde üretilmiştir. Mavi ve lacivert renklerin elde edilmesinde sıklıkla çamurların, astarların ve seramik sırlarının renklendirilmesinde kullanılır. Kobalt oksit ile seramik boyaları elde etmek mümkündür. Örneğin % 10 kobalt oksit, % 45 kalsine alümina ve % 45 çinko oksit öğütülür ve 1230 °C sıcaklıkta kalsine edilir. Ardından çok ince toz tanecığı haline gelinceye kadar öğütülür ve kullanılır. Kobalt karbonat, kobalt oksit gibi kullanılır ve benzer renk tonlarında renkler verir. Kobalt karbonatın tane boyutu, kobalt okside göre daha incedir. Sırları renklendirmek için % 0,5-3 arasında kullanılır. Yüksek oranlarda kullanıldığında metalik etkiler verir. Seramik sırlarında tek başına renklendirici olarak kullanıldığında siyah rengin oluşmasını sağlar. Türkiye’de üretilmeyip ithal edilmektedir (Genç, 2013, s. 77-78).

Diğer oksitlerle birlikte kullanıldığında farklı renk tonlar elde edilebilmektedir. Mangan ya da demir ile gri/mavi, bakır ya da krom ile yeşil- mavi verebilir. Kobalt oldukça yüksek ergitici özelliklere sahiptir ve bu özellik yüzeyi kendiliğinden cilalı gibi gösterebilir. Her ikisi de hemen hemen aynı özellikler göstermesine rağmen plastik çamurlarda, kobalt karbonattan ziyade kobalt oksidi görmek daha kolaydır (Connell, 2007, s. 30).

2.2.3. Mangan oksit (MnO₂)

Yer kabuğunu meydana getiren bütün kayalarda önemli miktarlarda manganez vardır. Geçmişte mangan içeren killerden kahverengi renkli tuğlalar üretilmekteyken, 17. yüzyılda aynı üretim için kile mangan cevheri ilave etme geleneği başlamıştır. Günümüzde de bu gelenek değişmemiştir. Halen mangan bileşikleri seramik çamur, astar ve sırlarının renklendirilmesinde kullanılmaktadır. Manganla renklendirilen pişmiş toprak bünyelerde kahverengi oluşumunda Mn₃O₄ fazının etkili olduğu belirlenmiştir (Çakı, Özbek, ve Ay, 2002, s. 319).

Manganez, sırlarda mor veya kahverengi renk tonlarını verir. Genel kaynak, mangan karbonat (MnCO₃) veya mangan dioksit (MnO₂) formundaki bileşiklerdir. Siyah renkli mangan dioksit daha çok çamur ve astarların renklendirilmesinde kullanılır. Yüksek alkalili sırlarda zengin mavimsi morları verir. Kurşunlu sırlarda mor renk kahverengiye dönüktür. 1200 °C’nin üzerindeki sıcaklıklarda sır bileşimine bağlı olarak kahverenginin tonlarını oluşturur (Rhodes, 1973, s. 210-211).

Seramik çamurlarında ise açıktan koyuya değişen sütlü kahve, devetüyü gibi renkleri verir. Çamurun rengini değiştirmek için orantılı olarak yüksek miktarda kullanılması gerekmektedir, ancak mangan güçlü bir akışkandır, bu nedenle dikkatli

kullanılması gerekmektedir. Fazla miktarı, kabartmaya (blister veya over firing) neden olmaktadır. Maksimum % 5'e kadar kullanılması daha iyi sonuçlar verir. Mangan oksidin çamura katılımıyla elde edilen renk çok koyu olmamaktadır ve yüzey boyandığı zaman metalik etkiye benzemeyen görünüm kazanılmaktadır. İri taneli mangan oksit parlak benekli yüzey etkileri vermektedir ve porselene katıldığı zaman ufak mantar görünümleri oluşturmaktadır (Connell, 2007, s. 30-31).

2.2.4. Krom oksit (Cr₂O₃)

Krom oksit genellikle örtücü, yeşil ve koyu yeşil renkler üretir. 950 °C'nin altında pişirilen kurşunlu sırlarda sarı, oranj ve kırmızının çeşitli tonlarını oluşturur. Oksidasyon atmosferinde, kalay oksitle olan kombinasyonlarında krom-kalay pembeleri ve koyu kırmızılar elde edilir. Çinko oksit içeren sırlarda renk devetüyü ve kahverengiye döner. Pişirim esnasında düşük sıcaklıklarda bile buharlaşabilir, fırın içinde özellikle krom oksit içeren kalaylı veya baryumlu sırlar, bitişiğindeki ürün üzerinde pembe lekeler oluşturabilir. Ayrıca buharlaşan renk fırın tuğlaları tarafından da absorbe edilebilir ve sonraki pişirimlerde ürünler üzerinde lekeler görülebilir. % 5'in üzerindeki oranlarda toplanmaya neden olabilir. Potasyum dikromat kurşun kromat, baryum kromat ve demir kromat gibi oksit formundakine benzer etkiler sağlayan malzemelerin bileşiminde de yer alır. Potasyum dikromat sırlarda akışkanlığı artırır. Kurşun kromat akışkanlığı arttırdığı gibi turuncu veya sarı-oranj renkleri, demir kromat ise gri ya da bazen mavi renkleri oluşturur (Hopper, 1984, s.127).

Pişme rengi beyaz olan çamurlarda % 4 krom oksit sert yeşil renk vermesine rağmen, zeytin yeşili hatta kahverengi rengi verme eğilimi de vardır. Krom oksit içerikli yeşil pigmentler oksit formuna göre daha kararlı yeşil üretmektedir. Renk paletinde mavi-yeşil aralığı renkleri vermesi için bakır, kobalt gibi diğer oksitlerle beraber kullanılmaktadır. İdeal başlama noktası her birinden eşit derecede konsantrasyona yaklaşık % 1 katılarak krom ve bakır ya da krom ve kobaltın karışımıyla başlanabilir. Kromun demirle beraber kullanılmasında iyi koyu yeşil üretilmektedir (Connell, 2007, s. 32).

Seramik sırları ve astarlarının renklendirilmesinde kullanılan en değişken oksittir. Sırlarda farklı pişirim koşulları, farklı olanlar ve farklı bileşenler ile kullanıldığında kırmızı, sarı, pembe, kahverengi ve yeşilin tonlarını vermektedir.

Krom oksit koyu yeşil bir renktir. Kuvvetli bir renklendirici oksittir. Astarlara % 2 oranında ilave edildiğinde dahi koyu yeşil bir renk verir. Daha fazla miktarda astara ilave edildiğinde mat, donuk bir yeşil oluşturur. Astar içinde % 0.5'den % 10 oranına kadar kullanıldığında sarıdan koyu yeşile

değişen renkler elde edilir. Astar içine ilave edilen oran pişirimin türüne, astarın istenilen rengine ve yapısına, pişirim derecesine göre ayarlanmaktadır. Astarlarda daha etkili bir yeşil elde etmek için, astar içinde kullanılan krom oranının yarısı kadar kobalt oksit ilavesi yapılır. Demir oksit ile birlikte kullanıldığında grimsi bir yeşil elde edilir. Mangan oksit ve nikel oksit ile birlikte kullanıldığında hâki yeşili oluşur. Seramik astarlarının renklendirilmesinde bir krom bileşimi olan kromit de ($\text{Cr}_2\text{O}_3\cdot\text{FeO}$) kullanılır. Doğadan çıkarılan bu metal astar ve çamurlarda gri, kahverengi ve siyaha yakın renkler elde edilebilir (Çobanlı, 1996, s. 40-41).

2.2.5. Bakır oksit (CuO)

Bakır bileşiği; antik çağlardan bu yana sırlarda mavi ve yeşil renklerin elde edilmesinde kullanılmaktadır. Bakır oksitin en yaygın kaynağı, CuCO_3 formülünde, açık yeşil renkli bakır karbonat ve siyah renkli, CuO formülündeki bakır oksittir. Sırlarda pişirim esnasında oldukça yüksek çözünürlüğe sahiptir. Demir oksit gibi güçlü bir akışkanlaştırıcıdır (flux). Sırlara eklenmesi halinde gözle görülür bir biçimde pişmiş sırlı yüzeyde daha pürüzsüz ve parlak etkiler elde edilebilmektedir. Çoğu sırlarda % 1 oranında açık, % 2-3 oranlarında daha koyu ve % 5 ten daha fazla kullanıldığında koyu ya da metalik yüzeyler ve yeşil ya da siyah renk vermektedir. Bakır oksit alkalili sırlarda Pers ve Mısır seramiklerindeki benzer, çok güzel turkuaz ve mavi renkler üretir (Rhodes, 1973, s. 208-209).

Redüksiyonlu pişirimlerde pembeden koyu kırmızıya değişen renkler görülebilir. Dolomit gibi diğer malzemelerle kombine edildiğinde, kullanım miktarına göre turuncudan siyaha kadar diğer varyasyonları üretmektedir (Gregory, 1992, s. 37).

Bakır oksit, kurşunlu sırlarda çok güzel yeşil ve tonlarını verir. Ayrıca, turkuaz renklerin kullanılması için kullanılan bir oksittir. Fazla miktarlarda kullanıldığı da (yaklaşık % 20) metalik ve aventurin sırları oluşturur. Fırın içinde indirgenme yapıldığında, bakır kırmızısı, öküz kanı kırmızısı ya da Çin kırmızısı adıyla adlandırılan seramik sırlarının elde edilir. Fırın dışında yapılan indirgemede özellikle raku sırlarında % 0,5-3 arasında kullanılır. $1300\text{ }^\circ\text{C}$ ve üzeri sıcaklıklarda uçucu özelliğe sahiptir. Mayolika sırlarında kullanılan bakır oksit, mavimsi yeşil tonları verir. Bakırlı sırlar, sıcaklıktaki derece farklılıklarına karşı çok hassastırlar, sıcaklığa göre kırmızı, yeşil ve siyaha kadar renk değişimleri gösterirler. Siyah metalik görümlü sırlar yapmak için yüksek oranlarda kullanılırlar. Bakır klorür (CuCl), bakır sülfat, (göztaşı, $\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$), bakır sülfat (CuS), bakır titanat (CuO , TiO_2) gibi bileşikleri bulunur (Genç, 2013, s. 76).

2.2.6. Seramik boyalar

Seramik ürünlerin renklendirilmesi için kullanılan ve seramik boya (ceramic stain) adıyla da bilinen inorganik pigmentler yüksek sıcaklıklarda üretilirler.

Arcasoy'a göre sıraltı, sırüstü ve sır içinde renklendirme görevi yapan, çeşitli metal oksitlerden elde edilen özel renklendiriciler olarak tanımlanırlar. Sır içinde çok ince dağılarak renklendirme sistemleriyle metal oksitlerden ayrılırlar. Seramik boyaların bileşimlerinde renk veren oksitler tek başlarına kullanılabilirler gibi, bir kaç bir arada veya metal oksit, karbonat, sülfatlarla kullanılarak çok geniş renk skalalarına sahip, fiziksel ve kimyasal olarak çeşitli koşullara dayanıklı seramik boyaları elde edilebilir. Boyanın reçete bileşimi, sır veya çamurun bileşimi, pişme sıcaklığı ve fırın atmosferi seramik boyanın özelliklerini etkileyen parametrelerdendir (Arcasoy, 1984, s.242), (Hopper, 2001, s. 176).

Seramik boya üretiminde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Geleneksel yöntemde reçetede bulunan hammaddeler tartılır ve yüksek ısıya dayanıklı kaplarda kalsinasyon işlemi gerçekleştirilir. İşlem sırasında sinterleşen karışım yeniden öğütülüp, elekten geçirilir ve kurutulur, sıriçi, sıraltı, sırüstü boyalar olarak sır, çamur veya astarların renklendirilmesi için kullanıma hazır hale getirilir. (Connell, 2007, s. 33).

Astarların renklendirilmesinde kullanılan boyalar iyi bir şekilde çözünmeye yardımcı olmak ve lekelenmeden kaçınmak için çamurla öğütülür. Her rengin yoğunluğu kullanılan boyanın yüzde oranına ve bünyenin camlaşma derecesine bağlıdır. Rengi geliştirmek için de uygun sıcaklık gereklidir. Boyalar, diğer seramik ürünleri gibi bileşen malzemelerin mevcudiyetine bağlı olsa da, güvenilir ve tutarlıdır. Yine de aynı kod numarasına ve önceki kullanılmış olan boyanın aynı ismine sahip olsa bile, kullanımdan önce test edilmelidir (Connell, 2007, s. 34).

2.3. Opaklaştırıcı ve Matlaştırıcı Oksitler

Sanatsal veya endüstriyel seramik üretimlerde pişirim sonrası saydam, geçirgen olmayan, örtücü veya mat bir görünüm elde etmek için seramik sır, astar ve çamurlarına, opaklaştırıcı ve matlaştırıcı metal oksitler ilave edilmektedir. Kalay oksit, zirkonyum dioksit, çinko oksit ve titanyum dioksit bu grupta yer alan ve en çok tercih edilen oksitlerdir.

2.3.1. Zirkonyum dioksit (ZrO_2) ve Zirkonyum silikat ($ZrSiO_4$)

Zirkonyumun doğada bulunan ve ekonomik olarak en önemli olan mineralleri zirkon ($ZrSiO_4$) ve baddeleyit'tir (ZrO_2). Zirkon en çok kullanılan zirkonyum minerali olarak, diğer endüstri madenleri grubunda ekonomik bir cevher olarak yer alır.



Görsel 1.6. Zirkon minerali

Kaynak: <http://www.mta.gov.tr/v2.0/madenler/mineraler/index.php?id=zirkon>

Ramazanoğlu (2002, s. 185- 186) ‘‘Zirkonyum ve Zirkon’’ başlıklı çalışmasında; zirkonun teorik bileşiminin % 67,2 ZrO_2 ve % 32,8 SiO_2 şeklinde olduğunu, belirtmektedir. Araştırmaya göre; malzemenin ticari değeri ZrO_2 oranına bağlıdır. Zirkon adı, Fars’ça ‘‘zar (altın)’’ ve ‘‘gun (renk)’’ kelimelerinden türetilmiştir. Zirkon, küçük kristaller halinde mağma kristallenmesinin ilk evresinde katılaştan bir mineraldir. Tam şekilli ve iri kristallerine pegmatit ve nefelinli siyenitlerde rastlanır. Zirkon en çok, sodyumca zengin asidik magmatik kayalarda (SiO_2 oranı % 66’ dan fazla), ilmenit ve rutille birlikte ekonomik yataklar oluşturmaktadır. Bu kayalar zaman içerisinde hava ve su etkisi altında ayrışır. Özellikle feldspat mineralleri kil minerallerine, Fe ve Mg’ lu mineraller de klorit ve kil mineralleri ile Fe oksitlerine dönüşürler ve su ile ortamdan ayrılırlar. Böylece kimyasal ve fiziksel olarak dayanıklı olan kuvars, manyetit, ilmenit ve zirkon gibi mineraller, bu kayalardan türeyen arena veya kum içerisinde zenginleşirler. Zirkon ve zirkonyum türevleri demir-çelik, refrakter malzeme, seramik, boya, kağıt, tekstil, gübre, nükleer santraller, makina, uçak, elektrik-elektronik, makyaj malzemesi, kimya ve deri endüstrilerinde gittikçe artan miktarlarda kullanılmaktadır. Seramik sanayiinde zirkon; sır, çamur ve astar bünyelerde kullanılmaktadır. Çamur bünye bileşiminde yer aldığı anda; çatlama engeller ve dayanımı artırır. Sırlardaki pek çok farklı renk, zirkonun diğer elementler ile yaptığı kombinasyonlarla elde edilir. Sarı renk için; Zr-V ve Zr- Pb-Si, turkuaz renk için Zr-V -Si, gri için Zr-Co-Ni-Si ve pembe renk için Zr-Fe-Si kombinasyonları kullanılır. Zirkon ayrıca, seramik boyalarını sabitleştirmede kaplayıcı madde olarak kullanılır. Böylece seramikler ultraviyole

ışınlardan ve kireçlenmeden kaynaklanan deformasyonlara karşı korunurlar. Sırda kullanılacak zirkonun 15 mikrondan daha ince, tercihen 5 mikron inceliğinde olması, ayrıca demir ve titanyum oksit içeriğinin düşük olması gereklidir. Seramik sırnın zirkon kapsamı % 4-15 arasında değişir. Daha yüksek zirkon içeriği seramik yüzeyinde hafif bir pürüzlülüğe yol açar.



Görsel 1.7. *Zirkonyum dioksit*

Kaynak: *Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu*

Dünyanın en ciddi zirkon rezervleri Avustralya ve Güney Afrika'da yer alır. En fazla üretim yine bu ülkelerdedir. Amerika'nın Atlantik ve Meksika Körfezi sahillerindeki titanyumlu kum yatakları aynı zamanda 14 milyon ton gibi önemli miktarda zirkon taneleri içerirler. Türkiye'de zirkon üretimi yoktur. Bu alandaki incelemelerin ilkinin İstanbul-Şile'de gerçekleştirildiği belirtilmektedir. Hopa'dan itibaren bütün Karadeniz sahili ile Çanakkale-Geyikli sahil kumlarının potansiyel alanlar olduğu ifade edilmektedir (Önem, 2000, s. 315-317).

Sırlarda opaklaştırıcı amaçla yer alan zirkonyum oksitin çoğunlukla alternatif olarak kullanılmasının sebebi kalay oksite göre daha ucuz olmasıdır. Kalaydan daha sert bir beyazlık vermektedir ve 2700 °C erime noktası ile oldukça refrakter özelliğine sahip oksittir. Sırın sertliği ve viskozitesini yükseltir. Genellikle sırların içine zirkonyum silikat olarak kullanılır. % 4 ile % 12 eklenmesi sonrası kısmen ya da tam opaklığı vermektedir (Scott, 1988, s. 70). Yüksek dereceli pişirimlerde etkileri çeşitlidir. Mat sırlarda yüzeyde incecik bölünmüş dokular göze çarparken, parlak ve saydam sırların yüzeyinde çok parlak ve derinlikten uzak bir eğilim vardır. Zirkonyum oksit redüksiyonlu pişirimlerde iyi sonuç vermektedir. Genellikle opaklaştırıcı etki için kullanılan zirkonyum % 15 ile % 20

oranlarda kullanıldığında sert ve zengin mat yüzeyler görülmektedir (Zakin, 2001, s. 135).

Zirkon içeren sırlar, saydamlıktan opaklığa kadar geniş bir aralığa sahiptir. Tamamen parlak veya tamamen mat yüzeyler oluşturabilir. Opaklık derecesinin gelişimi, alüminyum ve çinko gibi diğer sır bileşenlerinin oranlarına bağlı olmaktadır. Frit ile beraber kullanıldığı zaman opaklaştırıcı faz ilk olarak zirkonyadır. Bazı sırlar erimiş halden itibaren oldukça hızlı olgunlaşmaktadır. Zirkonyum bileşenlerinin sıra eklenmesi sırnın yoğunluğunu arttırmaktadır. Aynı esnada termal genleşme düşmektedir ve bununla beraber sır çatlaklarının direncine karşı gelişme sağlanmaktadır. Sırnın mekanik dayanımı zirkonyumun artmasıyla paralel olmaktadır. Zirkonyum ilavesiyle beraber, yüksek refraktif endeksli sır ve fritler kolaylıkla hazırlanmaktadır. Yüksek miktarda zirkon içeren sırlar kimyasallara karşı oldukça dayanıklıdır. Düşük miktarda kullanımlar, opaklık için yetersiz olmaktadır, ancak genellikle sırnın dayanıklılığını geliştirmek için kullanılmaktadır. Kabul edilir opaklık derecesine sahip sır üretebilmek için gerekli zirkonyum silikat oranı, kalay oksitten daha fazladır. Zirkon sırlarının beneklenmesi ilk olarak fritleme sırasındaki hatadan kaynaklanmaktadır. Karbon benekleri ve diğer kirletici maddeler, zirkon sırlarında zor bir şekilde okside ve yok olmaktadır, çünkü bazı sırların yüksek viskoziteleri, yüksek sır derecelerinde bile sır çizgisiyle küçük fiziksel hareketlere izin verir (Taylor ve Bull, 1986, s. 30-31).

2.3.2. Kalay oksit (SnO₂)

Kalay minerallerinin en önemli ve ekonomik olarak bilineni kasiterittir (SnO₂). Kasiteritin yoğunluğu 6.8-7.1, sertliği 6-7 ve rengi de kahverengi ve kahverengi-siyahtır. Kalay yatakları, damar ve ağsal şeklindedir. Kasiterit ihtiva eden kayaçların ayrışmasıyla kasiterit serbestleşir ve akarsular ile denizlere taşınıp deniz kumlarında birikerek ikincil kalay yataklarını (Plaserler) meydana getirir. En önemli ve ekonomik ikincil kasiterit yatakları denizel olanlarıdır (Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı [DPT]: 2629 - ÖİK: 640, 2001, s. 56-62).

Kaptan (1992, s. 15- 19) *Anadolu'da Kalay Ve Eski Yeraltı Kalay Madenciliği* konulu çalışmasında; kasiteritin, etimolojik açıdan eski Yunan, dili kökenli olup *kassiteros* sözcüğünden türediğini ifade etmektedir. 1379 tarihli eski Yunanca lügatta, *kassiteros* sözcüğünün kalay madeni olduğu ve ayrıca "Kass ülkesi madeni" anlamına geldiği yazılmıştır. Sözü edilen Kass ülkesi, M.Ö. 16-11. yüzyılda eski Mezopotamya'nın

egemen uygarlıklarından biridir. Araştırmacı, lügat açıklamasındaki *Kass ülkesi madeni'nin* eski Yunan uygarlıklarının Mezopotamya'dan ithal ettikleri kalaya ait bir tanımlama olduğunu, günümüz Yunan dilinde kassiteros sözcüğü kalay anlamında, hala kullanılmakta olduğunu belirtmektedir. Anadolu'da kalayın varlığının saptanmasına yönelik araştırmalar, 19. yüzyılın ikinci yarısından günümüze değin devam etmiş ve 124 yıllık bir zamanı kapsamıştır.



Görsel 1.8. *Kasiterit*

Kaynak: <http://www.mta.gov.tr/v2.0/madenler/mineraller/index.php?id=kasiterit>



Görsel 1.9. *Kalay oksit*

Kaynak: *Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu*

Kalay oksit endüstriyel ve sanatsal seramik üretimlerinde opaklaştırıcı olarak tercih edilen bir malzemedir. Sırlarda kullanımının keşfedilmesi beyaz sır üretimini mümkün

kılmıştır. Sırlara renklendirici oksitlerle birlikte yumuşak ve hoş dokular kazandırır. Kalay sırlı ürünler; Pers, İspanya, güney ve orta Avrupa'daki üretimlerin önemli bir parçasıdır. Kurşunlu sırlara kalay ilave edilmesiyle üretilen beyaz, opak sırlar, mayolika dekorları için ideal bir arka plan olmuştur (Rhodes, 1973, s. 202).

Kalay oksit % 10'a kadar oranlarda sırlar için opaklaştırıcı olarak kullanılmaktadır, Avrupa'daki mayolika dekoru tarzında yapılması istenilen temiz, beyaz tabanlı işlerin üretimi için idealdir. Ayrıca diğer zengin renkli sırlar için bağlayıcı olarak kullanılabilir (Gregory, 1992, s. 37).

Kalay tüm pişirim yöntemleri için uygundur. Sırda akışkanlık ve çatlama oluşturmadığı için özellikle düşük pişirimli sıcaklıklar için uygundur. Yüksek sıcaklık için kullanımı daha azdır. Kalay yüksek derecede ve özellikle redüksiyonlu pişirimlerde olumsuz etkiler yapabilir. Opaklığın geliştirilebilmesi ve yüzey kalitesinin daha iyi olması için kalay tek başına kullanıldığında daha başarılı sonuçlar verebilir (Zakin, 2001, s. 135).

Sırın bileşimi ve kalay oksidin tanecik boyutu, opaklık derecesini etkiler. Düşük tane boyutu ve düşük kütle yoğunluğuna sahip oranlar "mavi" beyaz vermektedir, Zirkonun kalaylı sıra eklenmesi opaklaştırıcılığın seviyesini güçlendirmektedir.. % 5 ile % 10 arası kullanım saydam sırlara opaklık sağlamak için kullanılmaktadır. Bazı sır bileşimlerinde % 15'e kadar SnO₂ kullanılması gerekebilir. Kalay kolaylıkla vanadyum ya da krom gibi renklendirici ve buharlaşan oksitleri absorblayabilmektedir. Kalay Oksit (SnO₂) sırlarda opaklaştırıcı olmasının yanı sıra pigment olarak da kullanılmaktadır (Taylor ve Bull, 1986, s. 36).

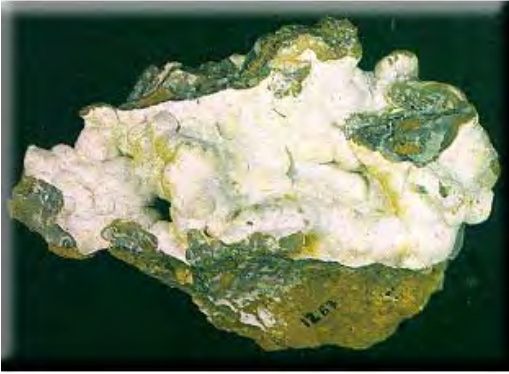
Kalay oksit; farklı sıcaklık ve sır bileşimlerinde, yüksek sıcaklıklarda elde edilen bakır kırmızılı dâhil, kırmızıdan turuncuya değişen geniş bir yelpazedeki bazı renklerin gelişimini arttırmaktadır. Krom oksit ile birlikte pembe ve kırmızı renk oluşumu için gerekli bir bileşendir. Kalay ile opaklaştırılmış beyaz sırlar, sıcak ya da hafif beyaz krem rengindedirler (Hopper, 1984, s.146).

Beyaz astarların, seramik boyalarının ve örtücü beyaz sırların yapımında büyük ölçüde kalay oksitten yararlanır. Seramiğin en örtücü sır maddesidir. Seramik boyalarının renklerini açmak için de kullanılır. Beyaz bünyeli çamurlardan astar yapıldığında bünyeye daha beyaz bir etki vermek için astara % 2-5 oranında katılır. Pahalı olduğundan hemen hemen aynı özelliklere sahip olan zirkon oksitten yararlanır (Çobanlı, 1996, s:45).

2.3.3. Çinko oksit (ZnO)

Çinko, yer kabuğunda yaygın olarak bulunan elementler arasında 23. sıradadır. En çok kullanılan cevheri sfalerit (ZnS) olup % 40-50 çinko ve yaklaşık % 10 demir içerir. Çinkonun ayrıştırıldığı diğer mineraller smitsonit (çinko karbonat), hemimorfit (çinko silikat) ve franklinit ((Fe,Mn,Zn)(Fe,Mn)₂O₄) dir.

Çinko 7,14 gr/cm³ yoğunluğundadır, sert bir metaldir ve oksijen ile temasında yeşilimsi/mavimsi bir alev ile yanarak beyaz renkli çinko oksit dumanını meydana getirmektedir. Çinko oksit; toz halinde bir yapıya sahiptir ve boyacılıkta, lastik sektöründe, kauçuk, kozmetik, petrol ürünleri, seramik, cam ve kaplama endüstrilerinde “çinko beyazı” adıyla hammadde olarak kullanılmaktadır. Ayrıca muşamba ve emaye yapımında dolgu malzemesi şeklinde kullanılmaktadır. Çinko oksit yanıcı bir yapıya sahiptir ama zehirli değildir. Su ve alkolde çözülme özelliği yoktur, ancak asit ve alkalilerde çözülebilmektedir, havadaki karbon dioksit ve ultraviyole ışınlarını emme özelliğine sahip olmaktadır, beyaz pudra gibi toz bir maddedir, kokusuz olmasına rağmen acı bir tada sahiptir. Amerikan Proses ve Fransız Proses adlarındaki başlıca üretim sistemleri dünyada en yaygın olarak kullanılan üretim sistemleridir, bunların dışında çinko üretimi için farklı prosesler bulunmaktadır. Çinko oksit seramik sanayisinin dışında; kauçuk, boya, porselen, gübre, lastik, yem katkısı, enerji nakil hatları porseleni, çinko fosfat ve çinko sülfat sanayinde de hammadde olarak kullanılmaktadır¹.



Görsel 1.10. Çinko mineralleri Simitsonit (ZnCO₃) ve Sphalerit
Kaynak: <http://www.mta.gov.tr/v2.0/madenler/mineraller/index.php?id=s>

¹ <http://www.sahametal.com/index.php/tr/urunlerimiz/cinko-oksit>



Görsel 1.11. *Çinko oksit*
Kaynak: *Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu*

İngiltere'de Bristol sırları, kurşun kullanımını engellemek için geliştirilmiştir. Bu, çinkonun temel ergitici bileşen, kalsiyum, magnezyum ve baryumun yardımcı ergitici bileşen olarak kullanıldığı sır tipidir (Rhodes, 1973, s. 93).

Çinko oksit ile yapılan ilk sırlar 19. yüzyılda İngiltere'de bir endüstri şehri olan Bristol' da üretildiği için, bu tür sırlar "Bristol Sırları" diye adlandırılır. O dönemde birçok seramik sırlarında kullanılan kurşun oksitten dolayı birçok seramikçi rahatsızlandığı için, kurşun oksidin yerine sırlarda zehirli olmayan çinko oksit kullanılmaya başlanmış ve yaygınlaşmıştır. Bristol sırları kurşunlu sırlara göre aşınmaya daha dayanıklı olup, kötü hava koşullarına da dirençlidirler. Bristol sırlarının renk verici oksitler ile beraber renklendirilmesi sonucu çok daha güzel renk tonu geçişleri oluşmuştur. Seramik teknolojisinin gelişmesiyle birlikte kurşun bileşikleriyle hazırlanan sırların fritlenmesi (eriterek cama dönüştürme) ile zehirliliği ortadan kalkınca seramikçiler tekrar fritlenmiş kurşunlu sırları kullanmaya başlamışlar ve böylece Bristol sır kullanımı da azalmıştır. Sırın esnekliğini sağlayan çinko oksit, sıra ipek matı bir görünüm kazandırır. Çinko oksit beyaz sırlı sofraya yapımda kullanılır. Fakat yüksek sıcaklıklarda pişirilen sert sırlarının bünyesinde nadiren tercih edilir. Çok az miktarda kullanıldığında sırın opaklaşmasını ve beyazlaşmasını sağlar (Genç, 2013, s. 77).

Kurşun, feldspat ya da borik asit içeren sırlara eritici (flux) olarak eklendiği zaman çinko oldukça değerli bir materyaldir. Sorunsuz ve düzgün sırlar için yardımcıdır. Ancak çinkonun eritici olarak kullanıldığı sırlarda, toplanma, oyuklanma ve iğne deliği oluşabilir. Ayrıca renklerde beneklenme ve bozulma görülebilir. Çok miktarda kullanımı soruna sebep olabileceği için, düşük oranlarda kullanımı önerilir. Çinko oksidin varlığının, renklendirici oksitler tarafından elde edilen renkler üzerinde belirgin bir etkisi vardır. Demir oksit ve çinko oksit beraber kullanıldığında meydana gelen rengin, donuk ve soluk olabilme eğilimi vardır. Çinko ve krom yeşilden ziyade kahverengi renkler oluşturmaktadır. Çinko ve kalay hafif pembemsi ya da kahverengimsi sırlar verir. Çinko

ve titanyumun beraber kullanımı ile sırn kristal gelişimini teşvik etmektedir (Rhodes, 1973, s. 93).

2.3.4. Titanyum dioksit (TiO₂)

Literatürde, titanyumun yerkabuğunun % 0,62 oranında bulunduğu ve litosferde bulunan elementlerin dokuzuncusu olduğu belirtilmektedir. Atom sayısı 22, atom ağırlığı 47,90, özgül ağırlığı 4,51, ergime noktası 1725 °C'dir. İlk kez 1791 yılında, İngiliz Mineralog William Gregor tarafından Cornwall- İngiltere, Menachin'de bulunmuş ve "Menachite" adı verilmiştir. Daha sonra 1794 'de Alman kimyacı Klatroth mitolojideki devlerin (titanlar) adını bu minerale (titanyum) vermiştir (Sarız ve Nuhoglu, 1992, s. 362).

Titanyum dioksit şu anda bilinen en beyaz boya maddesidir. Titanyum beyazı adı altında boya endüstrisinde geniş çapta kullanılır. Bunun dışında; kozmetik endüstrisi, linolyum (muşamba), yapay ipek, beyaz mürekkep, renkli cam, seramik sıırı, deri ve kumaş boyanması, kaynak elektrotları yapımı ve kâğıt endüstrisi gibi pek çok alanda da kullanılabilir. Bu kadar çok kullanım alanları olmasına karşın; üretilen tüm titanyum dioksidin % 60'ı boya endüstrisi tarafından tüketilir. Titanyum cevherleri primer ve sekonder yataklarda oluşur. Türkiye'de İzmir, Manisa ve Uşak taraflarında segonder yataklarda, Trakya'nın Karadeniz sahillerinde plaj kumlarında ve Hakkâri tarafında kuvarsitlerde titanyum minerallerine rastlanmıştır. Ancak tenör hemen hiçbir yerde % 1'i aşmamaktadır. Gerek Doğu Anadolu'da gerekse Batı Anadolu'da yapılan çalışmalarda ekonomik olabilecek değerde bir rezerve henüz rastlanmamıştır. Bu sahalarda bulunan titanyum cevherlerinin zenginleştirilmesinde önemli teknolojik zorluklar vardır. Cevher zenginleştirilmesi konusunda olabilecek teknolojik gelişmeler sonucu bu yatakların üretime geçirilebilme olasılığı vardır (Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı [DPT]: 2618 - ÖİK: 629, 2001, s. 90-93).

En önemli titanyum mineralleri; rutil ve ilmenittir. Bunlar pigment ve sırda kullanılan titanyum dioksidin ana kaynaklarıdır. Rutil, tetragonal sistemde kristalleşir. Rengi koyu sarı, kahvemsî, kırmızı ve siyahtır. Sertliği 6-6,5; yoğunluğu 4,2-4,3'tür. Kimyasal bileşimi TiO₂'dir. Küçük taneler halinde birçok magmatik, çoğunlukla plutonik kayalarda oldukça yaygındır. Sedimanter ve kontakt metamorfik kayalarda tali olarak bulunur. İlmenitin bileşiminde % 36,8 Fe, % 31,6 Ti, % 31,6 O bulunur. Trigonal sistemde kristallenir. Rengi demir siyahından çelik grisine kadar değişir. Sertliği 5-6,

yoğunluğu 4-7,2 arasındadır. Soğumakta olan magmadan ilk ayrılan minerallerden birisidir. Granitik magmatik kayalarda ve bazı karbonatitlerde bulunabilir. Rengi siyahtır. Metalik ve yarı metalik cilalıdır. Kimyasal bileşimi $FeTiO_3$ 'dür (Kurt ve Arık, 2003, s. 208-209,212).



Görsel 1.12. *Titanyum mineralleri, Rutil ve İlmenit*

Kaynak: <http://geology.com/minerals/>



Görsel 1.13. *Titanyum oksit*

Kaynak: *Fotoğraf: Ali Cihan Kayaloğlu*

Titanyum dioksit içeren sırlarda, kalay ve zirkonyumlu sırların aksine opaklık ve matlık sırnın soğuma anında kristalize olmasıyla oluşmaktadır. Ayrıca kalay ya da zirkon ile kıyaslandığı zaman sıra açık bir şekilde farklı karakteristik verir ve renklendirici oksitlerle beraber benekli dokular yaratır (Scott, 1998, s. 70).

Titan dioksit; silisyum dioksit gibi asidik özelliklere sahiptir ve sırlara renk etkisi vermek için ilave edilir. Sırlarda opaklığı ve kristal etkiyi artırır. Eriyik haldeki sırnın içinde yavaş bir erime gösterir. Titanyum dioksit sırların asitlere karşı olan direncini artırır, renk verir ve efektli sırlar oluşturur. Özellikle yer karosu sırlarında efektli görünüm vermesinden ötürü tercih edilir. Titanyum dioksit, sır altı seramik

boyaların üretiminde de kullanılır. Sırlarda % 5-10 arası kullanıldığında, krem – devetüyü renklerin oluşmasını sağlar. Sır bünyesinde fazla miktarlarda kullanıldığında sıranın matlaşmasını sağlar ve toplanma özelliğine sahip sırlar oluşur. Redüksiyonlu pişirimler sonucunda gri-sarı arasında renkler elde edilir. Sır bileşiminde çok az miktarda krom oksit kullanıldığında sarı renkte sırlar oluşur. Demir oksit ve çinko oksit bulunduran sırlara titan ilavesiyle yeşil renkte sırlar elde edilir. Kristal sırların elde edilmesinde temel oksitlerden biridir (Genç, 2013, s. 82).

Sırlarda matlaştırıcı ve kristal oluşturuvcu özellikler sağlar. Sırlarda saf titan oksit ile beyaz, krem, açık sarı renkler elde edilir. Artistik sırlar ve astarların renklendirilmesinde titanın daha saf şekli olan rutil kullanılır. Rutil az miktarda demir ile % 85-95 oranında TiO_2 içerir. Titana oranla daha esmer renk verir. Demir içerdiğinden ten renginden kahverengimsi tonlarına kadar değişen renkler elde edilebilir. Astarlara % 10 oranında ilave edildiğinde, yüzey üzerinde sır kullanılmadığında uçuk turuncu, % 30 oranında ise, açık, parlak, kahverengimsi, turuncu bir renk verir. Aynı oranlar, astar yüzeyi sırlandığında daha koyu, gölgeli bir renk alır. Diğer oksitler ile kullanıldığında daha yumuşak daha sıcak bir renk skalası, iyi bir efekt verir (Çobanlı, 1996, s. 45).

Titanyum dioksit renklendiricilerle beraber güçlü etkilere sahip olmaktadır. Kalay ile birlikte fildişi rengi, kobalt ile bir arada kullanıldığında yumuşak yeşil aralıklarını vermektedir. Yüksek dereceli redüksiyon sırlarında solgun mavi yeşil renk vermektedir. Bakır ve kırmızı redüksiyonlu sırlarda titanyum rengârenk ışıldayan renkler, eflatuni mavi ya da patlıcan renkleri vermektedir. Oksidasyonlu pişirim sırlarında tüm dereceler için oldukça uygun bir malzemedir (Hopper, 2001, s. 207).

İKİNCİ BÖLÜM

ŞAMOT VE ŞAMOTLU ÇAMURUN TANIMI, ÜRETİMİ VE KULLANIMI

1. ŞAMOT VE ŞAMOTLU ÇAMURUN TANIMI, ÜRETİMİ VE KULLANIMI

Şamot ve şamotlu çamur kavramları ile ilgili yerli ve yabancı literatürde benzer veya bazen de farklılaşan pek çok tanımlama mevcuttur. Yüksek oranda silika ve alümina içeren, değişik oranlarda öğütülen refrakter özelliğine sahip olan pişmiş seramik hammaddelerine şamot denilmektedir. İngilizcede grog ya da ateş kili anlamına gelen “fire clay” adıyla tanımlanmaktadır.

Fournier’e (2000, s. 59- 156) göre şamot; genellikle sırsız, yoğun şamot (grog) katkılı stoneware ürünleri tanımlamak için çömlekçilik ve seramik üzerine İskandinav ve Avrupa kitaplarında kullanılan bir terimdir. Amerika’da da kullanılmaktadır. Pişirilmiş ve öğütülmüş bisküvidir. Bazı porselen fabrikalarında pişmiş sırlı ürünlerde grog olarak kullanılır. Çamur bünyelere kendine özgü bir doku oluşturmak, pişme mukavemetini arttırmak, kurumaya yardımcı olmak amacıyla katılır. Pişmiş bir malzeme olduğu için kuruma ve pişme küçülmesini azaltacaktır. Standart grog (şamot) refrakter bir ateş kilinden yapılır. Çok ince taneli groglar, kilin çok hızlı su emmesine sebep olabileceğinden kil için zararlı olabilmektedir. Normal işler için % 10 kadar kullanılırken, büyük ve özel işler için daha fazla grog kullanılabilir. Grog kuru kil parçalarının uygun boyutlarda parçalanması sonucu yapılabilir. Sıradan bir mutfak rendesi ile plastik kil rendelenip uygun boyutlara getirebilir. Sonrasında sırlı olmayan kaplarda pişirim yapılmaktadır. Renkli groglar özel efektler için denenebilir. Kırmızı grog stoneware bünyeye ilave edilebilir. Raku için hazırlanması istenilen groglar, yumuşak tuğlaların parçalanması sonucunda elde edilebilir. Kalın groglar, ister renklendirici için, isterse kil için olsun, etkili yüzeyler elde edilmek için kullanılabilir ve yüzeye farklı yöntemlerle uygulanabilir.

Scott (1998, s. 28); Grog (şamot) için basit olarak pişmiş kil tanımlamasını yapmaktadır. İri ya da ince tane boyutlarında olabilmektedir ve genellikle refrakter çamur yapımında kullanılmaktadır. Ateş kilinden üretilen grog; “şamot”, kaolinden üretilen grog ise “moločite” olarak bilinmektedir. Düşük ısıya dayanıklı materyallerden yapılmış olan şamot yüksek dereceli pişirimlerde daha çok dolgu malzemesi gibi görev yapmaktadır, aynı zamanda çalışmalarda kuvvet sağlama, küçülme zorluklarına ve kolay kuruma gibi

durumlarda aynı şekilde yararlı etkiler göstermektedir. % 40 oranına kadar eklenmesi yaygın kullanım biçimidir.

Zakin'e (2001, s. 25) göre grog çok geniş bir renk aralığı olan, genellikle devetüyü renkli killerden yapılan pişirilmiş ve öğütülmüş kildir. Bünyenin küçülme, deformasyon ve çatlama eğilimlerini azaltır, ısıl şoklara dayanımını artırır. Bünyeyi güçlendirir ve karmaşık yapıyı daha az riskli hale getirir. Şamot ilavesi bünye özelliklerini geliştirir. Grog katkısı olmayan diğer bünyeler kadar nem içermez. Dolayısıyla şamotlu bünyelerin pişirim sonrası çatlama ve bozulma olasılığı düşüktür.

Renklendirilmiş şamotun bünyeye katılması, bünyenin çalışılabilirliğini arttırmasının yanı sıra görsel çekiciliği de arttırmaktadır ve bünyenin görünümünü değiştirmektedir. Yüksek miktarda çok renkli şamotların katılımıyla beraber oldukça dokulu ve renkli yüzeyler üretmek mümkündür. Renkli çamurların istenilen ölçülerde parçalanıp bisküvi pişirimi yapılması sonrası, bazı şamotlar bu tip normal yollara üretilebilmektedir (Zakin, 2001, s. 28).

Bir kilin şamot olarak adlandırılabilmesi için, bağlayıcı özelliklerini kaybedinceye dek pişmiş olması gerekir. Bu şamot, kırma ve öğütme makinalarında istenilen tane büyüklüğünde öğütülür.

Çamurda 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 çamurlarında da şamot değişen oranlarda kullanılır. Şamot katkısı ile seramik çamurlarının sıcaklık değişikliklerine gösterdikleri direnç artırılır.

Çamurda küçülmeleri ve bağlayıcı özellikleri azaltır, pişmiş çamurun gözenekliliğini sağlar (Arcasoy, 1983, s. 21).

Plastik olmayan malzemeler bünyede plastikliği azaltırken, kuruma ve pişirme aşamalarında kolaylıklar sağlar. Üretim prosesinin koşullarını iyileştirmek, düzenlemek için bu tip özsüz hammaddelerin katkısı gerekli olabilir. Refrakter killerin pişirilmesiyle elde edilen grog, genellikle tuğla ve çatı kiremitlerinin çamur bileşiminde de yer alan plastik olmayan, özsüz bir malzemedir. Ancak grogun katkısı, seramik ürünün, gözeneklilik ve mekanik mukavemeti açısından dezavantajlar da oluşturabilmektedir. Böyle bir durumda, grogun karakterizasyonu (fiziksel, kimyasal ve mineralojik özellikleri) ve katkı oranı; hem üretim prosesi için hem de seramik ürünün kalitesi ile uyumlu olması açısından önem taşımaktadır. Vieira ve Monteiro (2007, s. 1754-1759), grog olarak bilinen pişmiş tuğla atığını, endüstriyel tuğla çamuru içinde kullanmışlardır. Elde edilen sonuçlarda grog katkısının şekillendirme aşamasındaki çamurun özelliklerini

olumsuz etkilemediği, geleneksel tuğlanın şekillendirilebilme, mekanik ve kimyasal dayanım özelliklerinin kalitesi açısından avantajlar sağladığı belirtilmektedir. Pişmiş tuğla atıkları günümüzde tuğla çamurunun bileşimi içinde grog adıyla, geleneksel seramik hammaddeleri yerine kullanılabilir hammadde olarak yer almaktadır. Örneğin grog atığı katkılı tuğlalarda düşük plastisite nedeniyle boyutsal hatalar azalmıştır. Rajamannan, Viruthagiri ve Suresh Jawahar (2013, s. 81-84) seramik tuğlaların teknolojik özellikleri üzerinde grog ilavesinin etkilerini araştırmışlardır. % 0-50 arasındaki grog katkısıyla hazırlanan karışımlar preslendikten sonra 1200 °C sıcaklıkta sinterlenmişlerdir. Kimyasal, fiziksel, mineralojik ve mikroyapı sonuçlarının (XRD, XRF ve SEM), grogun seramik tuğlalarda dolgu malzemesi olarak yeniden kullanımının mümkün olduğunu gösterdiği ifade edilmektedir.

Kaya'nın (2013, s. 40- 47- 109), *Agrega Katkılı Seramik Bünyelerin Araştırılması ve Uygulanması* başlıklı yüksek lisans tezinde seramik kili ana hammadde olarak kullanılmış, agrega katkıları ile hazırlanan seramik bünyelerin artistik işlerin sanatsal anlatımına katkı sağlaması amaçlanmıştır. Kaya, malzemenin, tasarımcıya ilham veren kaynaklardan biri olduğunu, seramik sanatçıların malzemeyi değiştirerek işlerine renk ve doku elde etmek için kil malzemesini çeşitli ilavelerle karıştırdıklarını ifade etmektedir. "Katkı maddeleri, oksitler, yanıcı maddeler ve derinlik kazandıracak nitelikte ürünlerle, eşit dağılmış agregalar içerebilir. Atık malzemenin değerlendirilmesinin yanı sıra, sanatçı doğadan ilham aldığı dokuyu gerçekleştirmek için sonsuz çeşitlilikte malzemeyi agrega katkısı olarak kullanabilir. Seramik çamuruna agrega katkısı olarak eklenen pişmiş seramik parçaları, seramik bünyenin pişme küçülmesini ve pişmiş üründe su emme kabiliyetini azaltmak için kullanılmaktadır. Aynı zamanda şamot ve grog olarak da isimlendirilen pişmiş seramik parçaları, endüstriyel seramik üretiminde mukavemeti arttırmak amacıyla üretilecek nihai ürünün niteliğine göre farklı yüzde oranlarıyla kullanılmaktadır. Bununla birlikte seramik sanatçıları eserlerinde farklı estetik ve görsel etkiler elde etmek amacıyla pişmiş şamot parçalarını kullanmaktadır".

Şamot killeri çoğunlukla kömür yataklarında ve kömür tabakaları üstünde buldukları için kömür madeni kazısı sıralarında ya da dekapaj yapılırken elde edilmektedirler. Şamot killeri çoğunlukla saf ve temiz bir şekilde bulunmaktadır. İçerisinde oldukça az miktarda safsızlık bulundurur. Şamotlu killer seramik (Fayans, Tuğla Kanalizasyon Borusu, Çanak Çömlek) ve diğer kullanım alanlarında (Refrakter Sanayi, Çimento, Sondaj, Kimya, Dolgu) farklı şekillerde değerlendirilmektedir.

Plastiklik derecesi ve sertliđi Őamotlu amurun kullanımındaki baŐlica parametredir. Refrakter alanında oldukça aranan bir hammaddedir. Őamotlu killer diđer killerden dűŐuk plastikliđi ve yűksek alűmina yapısı sayesinde ayrılırlar ve baŐta fiziksel yűnleriyle űn planda olmaktadır (Malayaođlu ve Akar, 1995, s. 127).

Őamot haline getirilecek kil iri parçalı ise; ilk olarak istenilen boyutlarda ‘‘0.20 ya da 0.30’’ gibi mangallarda űđűtűlűr. Sonrasında bant sisteminden kapalı bir alana istifi yapılır. Kil, bu alandan, űzerinde mikser olan bir vakum makinasının içerisine aktarılır ve daha sonra vakumdan çıkacak Őekilde rutubet verilip vakumdan kűtűk halinde alınır. 1200 -1300  C sıcaklıkta kurutma iŐlemine tabi tutulur. Kurutma ile bűnye nemi uzaklaŐtırıldıktan sonra, tűnel fırında piŐirilir. Fırından alınan piŐmiŐ kil, tekrar kırma űđűtme sistemine girdikten sonra Őamot olarak kullanıma hazır hale getirilir.

Belirlenen amur reçetesindeki oranlara bağlı olarak bileŐimde yer alan killer ile Őamot homojen bir biçimde su katkısıyla karıŐtırılır. Bu iŐlem sırasında karıŐtırıcılarda gerçekleŐtirilir. İŐlem sonunda Őekillendirilebilme űzelliđine sahip homojen bir çamur elde edilir ve paketleme iŐlemi yapılır.

Őamotlu çamurlarda bulunan piŐmiŐ kil parçacıkları yűzűnden bu tip çamur tűrlerinin yűzeyleri pűrűzsűz bir yapıya sahip olmamaktadır. Bu nedenle Őamotlu çamurlarla kűűk boyutlu, detayı fazla, ince iŐler yapılması zahmetli olmaktadır ve torna için çok tercih edilen bir çamur tűrű deđildir. Çamurun içerindeki Őamotlar (piŐmiŐ killer) bűnyeye gűlű bir yapı kazandırmaktadırlar ve bu çamurların yűk taŐıyan formlarda ve bűyűk iŐlerde kullanılmasına olanak sađlamaktadır. Ayrıca açık renklere plastik çamurlara kıyasla daha fazla renk olanađı sunmaktadırlar ve daha açık renk tonlarıyla renklendirmeyi műmkűn kılmaktadır. Őamot katkısı; ŐekillendirilmiŐ formun içinde hava kalması halinde hava kabarcıđının içeriden dıŐarıya daha fazla yol bulması sayesinde iŐin patlama olasılıđını dűŐűrmektedir. Bu sayede Őamotlu amurla çalıŐma yapmak isteyen sanatçı ve űreticilere 1,5 cm ve altına kadar çalıŐma olanađı sunmaktadır. İçerisindeki parçacıkların yapıŐma yűzeyini artırması ve sađlam bir yapı oluŐturmasına olanak sađlaması nedeniyle, bu tűr çamurlarda yapıŐmalar daha kolay olmaktadır².

² <http://www.asanlar.net/urunlerimiz/seramik-camuru>

2. ŞAMOTLU ÇAMUR İLE ÜRETİLEN SERAMİK SANAT ESERLERİNDEN ÖRNEKLER

Şamotlu çamur yüksek derecelerde pişirmeye uygun yapısı, refrakter özelliği, içerisindeki şamotlar sayesinde kurutma ve pişirim aşamalarında meydana gelen çatlama ve benzeri hatalara karşı riski oldukça düşük bir seviyeye indirmesi nedeniyle birçok seramik sanatçısı tarafından tercih edilen bir çamur türü olmuştur. Elle şekillendirme yöntemiyle sanatsal seramik eserler çalışan sanatçılar için oldukça avantajlı olmaktadır.

2.1. Christy Keeney

Birden fazla sanat dalıyla uğraşan sanatçının, seramik ile çalışmaları oldukça etkileyicidir. Yaptığı çalışmalarda yaşamdan, deneyimlerinden tecrübelerinden esinlenen sanatçının çalışmalarında kübizm etkileri görülmektedir. Seramikte kübizm etkisi ile çalışan başarılı sanatçılardan biridir. Yaptığı çalışmalarda gerçek insan ölçüleri ve anatomisine bağlı kalmayan sanatçının oldukça keskin bir çizgisi vardır.

“Keeney, çatlamalara karşın oldukça dirençli olan ince şamotlu karışım kullandığından söz eder. Yüzey üzerine beyaz pişme renkli düşük derecede olgunlaşan bir astar uygular. Renkli astarlar ve renklendirici oksit ve boyalarla eserini renklendirir. Eserlerini farklı pişirim derecelerinde fırınlar” (Onur Erman, 2012, s. 31).



Görsel 2.1. Christy Keeney'e ait örnek çalışmalar

Kaynak sol : <http://www.openeyegallery.co.uk/wp-content/gallery/christy-keeney/tree-of-knowlege.jpg>

Kaynak sağ : <http://image.invaluable.com/housePhotos/Mallams/32/295932/H0738-L19943751.jpg>

2.2. Erdinç Bakla

Türk Çağdaş Seramik Sanatçısı Erdinç Bakla'nın eserlerinde bronz, polyester, fiberglas gibi malzemelerin yanı sıra seramik ile yaptığı çalışmalarda şamotlu çamur kullandığı da görülmektedir.

Bakla'nın çoğunluğu büst-seramiklerden oluşan çalışmaları da, bu soyutluluğun izlediği yolu izler: Onun bu büst-seramikleri, daha ilk bakışta, bir büstten çok büste dönüşmüş, ama alt yapısını da soyut biçimleme güdüsünün yarattığı bir obje izlenimi verir. Bazı parçalarda, amorf bir kütlemin üzerine sonradan eklenmiş ve minimum düzeye indirilmiş insan portreleri, kütlemin soyut etkisi içinde, önemsiz ayrıntılar gibi algılanır. Ama daha yakından baktıkça, bu ayrıntılar, insancıl bir mesajla bütünleşir ve yapıtın içeriksel değeriyle, zorlamasız bir yöntemle örtüşürler. Ama büstlerin tümü için aynı şeyi söyleyemeyiz. Çehredeki anlatımsal öğeleri, kaş, göz ve dudakları belirgin formlar halinde işlediği büstlerinde, portrenin yüzünü çevreleyen saçları, abartılı çizgilerle öne çıkarır, boynu inceltip uzatır, omuza dökülen saçlarda bukleleri belirginleştirir, çıplak göğüslerle, büste erotik bir ifade yükler, bedenin yarısını kapsayacak bir tümelliğe yönelir. Her iki gruba giren büstlerde ortak yan, Anadolu Hitit ya da Frigya figürinlerin de tanık olduğumuz primitif üslup karakterlerini, çağdaş bir sanatçı tavrıyla, ama etkilenmenin boyutlarını hep saklı tutarak yansıtmaktır. Bir grup çalışmada, Ana Tanrıça (Kibele) figürünün, bağdaş kurup oturmuş görüntüsü, genç kadın büstlerinde uyguladığı yorumlar düzeyinde ele alınır: Böylece, Ana Tanrıça figürüyle çağdaş genç kadın figürü, yorum bağlamında özdeşleştirilir³.



Görsel 2.2. Erdinç Bakla'ya ait örnek çalışmalar

Kaynak sol : [https://s-media-cache-](https://s-media-cache-ak0.pinning.com/736x/9b/2a/37/9b2a3715be814b6c718517a3b4883947.jpg)

[ak0.pinning.com/736x/9b/2a/37/9b2a3715be814b6c718517a3b4883947.jpg](https://s-media-cache-ak0.pinning.com/736x/9b/2a/37/9b2a3715be814b6c718517a3b4883947.jpg)

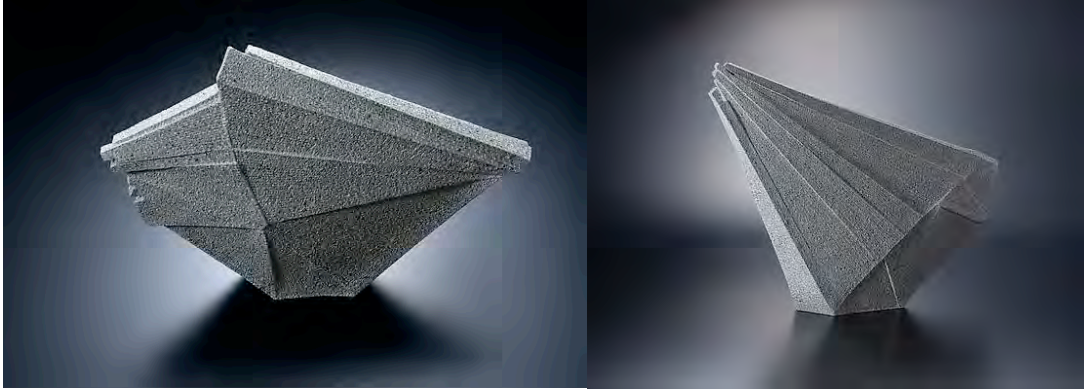
Kaynak sağ : [https://s-media-cache-](https://s-media-cache-ak0.pinning.com/originals/f1/c5/50/f1c5506129b4b7fe0cfb0534c6d10b13.jpg)

[ak0.pinning.com/originals/f1/c5/50/f1c5506129b4b7fe0cfb0534c6d10b13.jpg](https://s-media-cache-ak0.pinning.com/originals/f1/c5/50/f1c5506129b4b7fe0cfb0534c6d10b13.jpg)

³ <http://www.erdincbakla.com/turkce/basinda/BasinSayfa.aspx>

2.3. Kishi Eiko

Japon Sanatçı Kishi Eiko toz haline getirilmiş pişmiş topraklar ve renklendirici olarak renkli şamot kullanmaktadır. Sanatçı şekillendirmeye başlamadan önce şamot ve toprakları doğrudan kullanmakta olduğu kile karıştırıp yoğurmaktadır. Sanatçı tarafından tasarlanan bu teknik ile hem bünyenin yüzeyinde hem de içerisinde renklerin kümelenmesine olanak sağlanmaktadır. Sanatçı sonrasında hazırlamış olduğu bünyeyi keserek çeşitli tekniklerle soyut silueti ortaya çıkarmaktadır. Rutubetli bünyeden çizgisel biçimde çamurlar keserek bu çamurları ince ve keskin bir biçimde işinin etrafına sarmaktadır. İğne ve ufak fırça yardımı ile bünyeye delikler açtıktan sonra her bir deliği farklı renkler ile renklendirmekte ve son olarak şeffaf sır ile yüzeyi sırlamaktadır⁴.



Görsel 2.3. Kishi Eiko'ya ait örnek çalışmalar

Kaynak sol : http://prod-images.exhibit-e.com/www_mirviss_com/7782_30.jpg

Kaynak sağ : http://prod-images.exhibit-e.com/www_mirviss_com/7783_10.jpg

2.4. Marek Zyga

Çalışmalarında şamotlu çamur kullanan sanatçı dekor işlemlerinde angob, pigment, sır kullanmakta ve yapım aşamasında alçıdan yararlanmaktadır. Sanatçının çalışmaları klasik heykel formları ile nitelendirilebilir ve eserlerin genelindeki anlamlara bakıldığında sürrealizme doğru bir eğim olduğu görülür.^{5,6}

⁴ http://www.smith.edu/artmuseum2/archived_exhibitions/touchfire/touch_fire_artists.htm

⁵ <http://www.marekzyga.com/en/o-mnie/>

⁶ <https://tr.pinterest.com/pin/407223991277304539/>



Görsel 2.4. Marek Zyga'ya ait örnek çalışmalar

Kaynak sol : http://www.marekzyga.com/wp-content/uploads/2015/01/IMG_9566.jpg

Kaynak sağ : <http://www.marekzyga.com/wp-content/uploads/2014/01/Just-Like-Love.jpg>

2.5 Vedat Kacar

Sanatçı; 1991 yılında “Geleneksel Çini Motiflerinden Yola Çıkararak Yeni Tasarımlar Oluşturmak” çalışması ile lisansını ve “Bir Bildirim Aracı Olarak Artistik Duvar Uygulamaları” konulu tezi ile Yüksek Lisansını 1994’te Anadolu Üniversitesinde tamamlamıştır. Sanatta Yeterliğini ise “Geleneksel Seramiklerin Çağdaş Bir Form ve Renk Anlayışıyla Yeniden Sunuluşu” isimli tezi ile 1996 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Seramik Programından almıştır. Halen Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Geleneksel Türk Sanatları Bölümü Eski Çini Onarımları Anasanat Dalında öğretim üyesi olarak görev yapan sanatçı Vedat Kacar; sanat eserlerinin günümüz sanat anlayışı ve çağdaş tasarım ilkeleri doğrultusunda, biçim ve içerik olarak yeni ürünlerle ortaya konulması gerektiğini ifade etmektedir. Sanatçıya göre ortaya çıkan yeni tarz; çizgi, renk ve kompozisyon anlayışı açısından geçmişle bağlantı kurabiliyorsa ve aynı zamanda bugüne hitap edebiliyorsa değişim ve çağdaş yeniden üretim gerçekleşebilmiş demektir.



Görsel 2.5. Vedat Kacar'a ait örnek çalışmalar

Kaynak: Fotoğraf: Vedat Kacar

Sanatçının yapmış olduğu çalışmalar da birçok tekniği bir arada kullandığı görülmektedir. Gövdenin sağlam olması sanatçı için önemlidir ve şamotlu çamuru tercih etmesinin nedenlerinden birisi budur. Raku, isli pişirim, obwara ve tuzlu pişirim teknikleri de sanatçıyı şamotlu çamur kullanımı için etkileyen unsurlardır. Sanatçı çalışmalarında geleneksel birikimleri, bugünün estetik anlayışıyla harmanlayarak geçmişe göndermeler yapmaktadır. Kacar, bu çalışmaların da bazen fon olarak ebru tekniğini kullanmaktadır ve bugünün malzemesine geçmişten bir fon oluşturuyormuş gibi üzerine çizdiği geleneksel motifin gönderme yapmasını sağlamaktadır. Şamotlu çamur ile ürettiği formlarda bisküvi ve sır pişirimi sonrasında, üçüncü ve dördüncü pişirim denemeleri yapabilmektedir. Sanatçının 2006 ile 2010 yılları arasındaki çalışmalarında yoğun olarak şamotlu çamur kullandığı görülmektedir. 60-70 cm çapında kalıp içi baskı yöntemleriyle, beraber yaptığı büyük formlarda şamotlu çamur tercih etmektedir. Vedat Kacar; şamotlu çamurun rölyef çalışmalarında farklı bir etkiye sahip olması ve son dönemlerde çamurların farklı tane boyutlarında olmasının bu malzemeyi tercih sebeplerinden biri olduğunu ifade etmektedir.

2.6. Mine Aktaş Poyraz

Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsünde 1999 yılında “Seramik Yüzey Değerlendirilmesinde Ajur Yöntemi” konulu Yüksek Lisans Tezini yapmış ve sanatta yeterliğini Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesinde tamamlamıştır.

Bilecik Üniversitesi, Söğüt Meslek Yüksek Okulunda Akademisyen olarak çalışan Mine Aktaş Poyraz; eserlerinde ahşap ve taş işçiliğindeki süslemeleri kullanmıştır. Erken dönem işlerinde balık figürleri üzerine ajur yöntemi ile Osmanlı süsleme sanatlarından örnekler işleyen sanatçı son dönem işlerinde tors üzerine bu işlemleri yapmaktadır. Şamotlu çamuru dayanıklılığı sebebiyle tercih eden sanatçı çamuru öğütüp süzdükten sonra kullanmakta, eserlerini kalıplar üzerinde şekillendirmekte ve elektrikli fırında 1150 -1200 °C de pişirim yapmaktadır. Sanatçının farklı renklerde çamurlar kullandığı ve çamurun dokusu ile yapmış olduğu bezemelerin dokusunun uyum içerisinde olduğu görülmektedir (Demir Oransay, 2012, s. 20).



Görsel 2.6. Mine Aktaş Poyraz'a ait örnek çalışmalar

Kaynak: Fotoğraf: Mine Aktaş Poyraz

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

DENEYSEL ÇALIŞMALAR VE SERAMİK UYGULAMALAR

1. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

1.1. Kullanılan Hammaddeler ve Özellikleri

Araştırmanın ana konusunu oluşturan şamotlu çamur, ateş tuğlası ve seramik yan mamülleri üreten İstanbul- Arslan Tuğla San. ve Tic. A.Ş'den temin edilmiştir. Ayrıca teknik saflıkta çinko oksit, kalay oksit, titanyum dioksit ve zirkonyum oksit kaynağı olarak zirkonyum silikat kullanılmıştır. Şamotlu çamurun kimyasal analizi (XRF) analizi (Tablo 3.1)'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Şamotlu çamurun kimyasal bileşimi (ağırlıkça %)

SiO ₂	53,67	CaO	0,53	K ₂ O	1,79
Al ₂ O ₃	15,80	MgO	0,57	TiO ₂	1,15
Fe ₂ O ₃	2,96	Na ₂ O	0,24	*A.K.	6,77

*A.K: Ateşte kayıp

1.2. Opaklaştırıcı ve Matlaştırıcı Katkılı Şamotlu Çamur Araştırmaları

Reçete araştırmasında şamotlu çamur, matlaştırıcı ve opaklaştırıcı özelliğe sahip çinko oksit, titanyum dioksit, zirkonyum silikat ve kalay oksit ile ayrı ayrı ikili sisteme uygun olarak karıştırılmıştır. Reçeteler içindeki katkı oranları % 3 ile % 25 arasında değişmektedir. Suda dağılma ve plastiklik özelliğine sahip şamotlu çamur ve metal oksitler reçetelerde belirlenen oranlarda tartılmış ve homojen bir karışım elde etmek amacıyla su ile karıştırılmışlardır. Bu işlemde sonra % 50-80 arasında su içeren çamurlar alçı plaka üzerine aktarılmıştır. Karışım ele yapışmayacak kıvamda, şekillendirme için uygun bir çamur haline gelinceye kadar bekletilerek (% 20-22 su miktarı) hazırlanmıştır. Yoğrulma işlemiyle plastik halde tornada, kalıba basarak ve serbest elde şekillendirme özelliklerine sahip hale getirilmişlerdir.

Karışımlar; boyutça küçülme ve su emme değerlerinin tespit edilmesi için, 200x200x15 mm boyutlarındaki alçı kalıplarda şekillendirilmiş ve kurutma dolabında 100 °C'de değişmez sıcaklığa gelinceye kadar kurutulmuşlardır. Bu numunelerin pişirme işlemleri 1160 °C'de gerçekleştirilmiştir. Pişme renklerinin ve ergime durumlarının

belirlenmesi için ise her bir karışım, kalıba basma yöntemi ile şekillendirilmiştir. Kurutulan plakalar 1160 °C’de sırsız ve sırlı olarak pişirime tabi tutulmuştur. Sırlı pişirim için 980 °C’de bisküvi pişirimi yapılan bünyenin üzerine alkali oksitler ve bor oksit içeren, Seger formülü Tablo 3.2’de verilen, 1560 gr/litre ağırlığındaki saydam stoneware sırası uygulanmıştır. Örneklerin pişme sonrası renk ölçümleri Minolta 3600-d spektrofotometresi kullanılarak yapılmıştır.

Tablo 3.2. Saydam stoneware sırnın Seger Formülü

Sır no	Seger formülü			
S1(STS)	0,402 Na ₂ O		4,396 SiO ₂	
	0,186 K ₂ O	0,500 Al ₂ O ₃	1,031 B ₂ O ₃	
	0,412 CaO			

1.2.1. Zirkonyum silikatın şamotlu çamurda kullanımı ve etkileri

Zirkonyum oksit kaynağı olarak zirkonyum silikat kullanılmıştır. Şamotlu çamur ve zirkonyum silikatın belirlenen oranlarda karıştırılması ile oluşturulan karışımların reçete bileşimleri Tablo 3.3’de, 1160 °C sıcaklıkta pişirilmesi sonucu ortaya çıkan bünyelerin toplam küçülme ve su emme değerleri Tablo 3.4’de, şamotlu çamur ve zirkonyum silikat katkılı bünyelerin pişirim sonrası (1160 °C) renk değerleri Tablo 3.5’de verilmiştir.

Tablo 3.3. Şamotlu çamur ve zirkonyum silikat ile hazırlanan reçete bileşimleri

Reçete No	Reçete Bileşim (%)	
	Şamotlu çamur	Zirkonyum Silikat
ŞZr-0	100	0
ŞZr-3	97	3
ŞZr-5	95	5
ŞZr.10	90	10
ŞZr-15	85	15
ŞZr-20	80	20
ŞZr-25	75	25

Tablo 3.4. Şamotlu çamur ve zirkonyum silikat karışımlarının toplam küçülme ve su emme değerleri

Reçete No	Özellikler	
	Toplam Küçülme (%)	Su Emme (%)
ŞZr-0	9,30	2,91
ŞZr-3	10	2,80
ŞZr-5	9,80	2,83
ŞZr.10	9,70	2,84
ŞZr-15	9,60	3,26
ŞZr-20	9,50	3,50
ŞZr-25	9,40	3,87

Tablo 3.5. Şamotlu çamur ve zirkonyum silikat katkılı bünyelerin pişirim sonrası (1160 °C) renk değerleri

Reçete No	L*	a*	b*
ŞZr-0	68,70	17,88	28,00
ŞZr-3	70,21	17,47	26,64
ŞZr-5	70,48	17,58	28,00
ŞZr.10	71,10	16,65	26,60
ŞZr-15	73,74	15,84	25,44
ŞZr-20	76,60	13,23	21,97
ŞZr-25	76,27	14,07	25,36



ŞZr-0 (şamotlu çamur)



ŞZr-3



ŞZr-5



ŞZr-10



ŞZr-15



ŞZr-20



ŞZr-25

Görsel 3.1. Şamotlu çamur ve zirkonyum silikat katkılı bünyelerin sırsız pişirim sonrası (1160°C) renk değişimleri

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu



ŞZr-0 (şamotlu çamur)



ŞZr-3



ŞZr-5



ŞZr-10



ŞZr-15



ŞZr-20



ŞZr-25

Görsel 3.2. Şamotlu çamur ve zirkonyum silikat katkıli bünyelerin sırlı pişirim sonrası (1160 °C) renk değişimleri

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Şamotlu çamur-zirkonyum silikat karışımlarında % 3 ve % 5 opaklaştırıcı zirkonyum silikat katkısının renkte çok bariz bir değişiklik oluşturmadığı, katkısız şamotlu çamurun rengine yakın olduğu gözlenmektedir. % 10 katkı oranında bünye rengine açılmanın başladığı, % 25 oranında rengin açık sarımsı kahverengi (açık tan rengi) olduğu görülmektedir. Tablo 3.5, pişmiş sırsız bünyelerin renk değerlerini göstermektedir. Zirkonyum silikatın şamotlu çamura ilavesiyle beyazlığın (L*) arttığı,

kırmızılığın (a^*) ise azaldığı görülmektedir. Saydam stoneware sırası uygulandıktan sonra 1160°C 'de pişirilen örneklerde % 15, % 20 ve % 25 zirkonyum silikat katkılı bünyelerde parlak, opak sırayüzeylerinin oluştuğu gözlenmiştir.

1.2.2. Kalay oksitinin şamotlu çamurda kullanımı ve etkileri

Şamotlu çamur ve kalay oksit ile hazırlanan karışımların reçete bileşimleri Tablo 3.6.'da 1160°C sıcaklıkta pişirilmesi sonucu ortaya çıkan bünyelerin toplam küçülme ve su emme değerleri Tablo 3.7'de, şamotlu çamur ve kalay oksit katkılı bünyelerin pişirim sonrası (1160°C) renk değerleri Tablo 3.8'de verilmiştir.

Tablo 3.6. Şamotlu çamur ve kalay oksit ile hazırlanan reçete bileşimleri

Reçete No	Reçete Bileşim (%)	
	Şamotlu çamur	Kalay Oksit
ŞSn-0	100	0
ŞSn-3	97	3
ŞSn-5	95	5
ŞSn-10	90	10
ŞSn-15	85	15
ŞSn-20	80	20
ŞSn-25	75	25

Tablo 3.7. Şamotlu çamur ve kalay oksit karışımlarının toplam küçülme ve su emme değerleri

Reçete No	Özellikler	
	Toplam Küçülme (%)	Su Emme (%)
ŞSn-0	9,30	2,91
ŞSn-3	10,40	2,80
ŞSn-5	10,60	2,76
ŞSn-10	10,90	2,72
ŞSn-15	11,80	2,71
ŞSn-20	12,10	2,70
ŞSn-25	12,90	2,64

Tablo 3.8. Şamotlu çamur ve kalay oksit katkıli bünyelerin pişirim sonrası (1160 °C) renk değerleri

Reçete No	L*	a*	b*
ŞSn-0	68,70	17,88	28,00
ŞSn-3	70,89	16,75	26,49
ŞSn-5	71,78	16,57	25,78
ŞSn-10	72,82	15,83	24,98
ŞSn-15	76,00	13,46	22,82
ŞSn-20	76,13	13,29	23,64
ŞSn-25	77,58	12,51	23,19

Şamotlu çamurda % 3 - % 25 arasında değişen oranlarda kalay oksit (SnO₂) katkısıyla pişmiş bünye renginin zirkonyum silikatlı karışımlara göre daha az değiştiği ve açıldığı gözlenmiştir. Bu değişim renk ölçümlerinde (L) değerleri incelendiğinde de görülmektedir. Saydam sırlı pişirimler de rengin biraz daha koyu olduğu gözlenmektedir. % 3, % 5 ve % 10 oranlarında kalay oksit katkıli bünyelerin yüzeylerinde sırlı pişirim sonrası herhangi bir hata oluşmamış, % 20 katkı oranı sonrasında yüzey üzerinde beyaz renkli köpüklenmeler ve lekeler meydana gelmiştir. Oran arttıkça bu etkilerinde arttığı görülmektedir ve % 25 katkı oranında bu köpükler ve lekelerin neredeyse tüm yüzeyi kapladığı tespit edilmiştir.



ŞSn-0 (şamotlu çamur)



ŞSn-3



ŞSn-5



ŞSn-10



ŞSn-15



ŞSn-20



ŞSn-25

Görsel 3.3. Şamotlu çamur ve kalay oksit katkılı bünyelerin sırsız pişirim sonrası (1160 °C) renk değişimleri

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayaloğlu



ŞSn-0 (şamotlu çamur)



ŞSn-3



ŞSn-5



ŞSn-10



ŞSn-15



ŞSn-20



ŞSn-25

Görsel 3.4. Şamotlu çamur ve kalay oksit katkılı bünyelerin sırlı pişirim sonrası (1160 °C) renk değişimleri

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayaloğlu

1.2.3. Çinko oksitin şamotlu çamurda kullanımı ve etkileri

Şamotlu çamur ve çinko dioksit ile hazırlanan karışımların reçete bileşimleri Tablo 3.9'da, 1160 °C sıcaklıkta pişirilmesi sonucu ortaya çıkan bünyelerin toplam küçülme ve su emme değerleri Tablo 3.10'da, şamotlu çamur ve çinko oksit katkılı bünyelerin pişirim sonrası (1160 °C) renk değerleri Tablo 3.11'de verilmiştir.

Tablo 3.9. Şamotlu çamur ve çinko oksit ile hazırlanan reçete bileşimleri

Reçete No	Reçete Bileşim (%)	
	Şamotlu çamur	Çinko Oksit
ŞZn-0	100	0
ŞZn-3	97	3
ŞZn-5	95	5
ŞZn-10	90	10
ŞZn-15	85	15
ŞZn-20	80	20
ŞZn-25	75	25

Çinko oksit katkılı şamotlu çamur karışımlarında % 3 ZnO katkısından itibaren bariz bir renk değişikliği görülmüştür. Şamotlu 1160 °C sıcaklıkta pişirilmiş sırsız bünyenin açık kiremit rengi % 3-10 ZnO ilavelerinde soluk, açık terakota ve % 10 oranından sonra, sarı-bej renge doğru çok keskin bir geçiş olmuştur. % 10 ile % 15 oranları arasındaki ZnO katkısı ile hangi oranda sarı-bej renk dönüşümünün gerçekleştiğinin belirlenmesi için % 11, 12, 13 ve 14 ZnO oranları da (Görsel 3.6) şamotlu çamur içinde kullanılmıştır. % 11 ile % 25 ZnO katkılı karışımların arasında çok fazla renk farkı olmadığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla % 10 ZnO oranını kullanmak daha ekonomik olacaktır.

Tablo 3.10. Şamotlu çamur ve çinko oksit karışımlarının toplam küçülme ve su emme değerleri

Reçete No	Özellikler	
	Toplam Küçülme (%)	Su Emme (%)
ŞZn-0	9,30	2,91
ŞZn-3	12,30	2,76
ŞZn-5	12,40	2,55
ŞZn-10	13,20	2,50
ŞZn-15	14,90	1,42
ŞZn-20	15,10	1,14
ŞZn-25	16,90	0,75

Şamotlu çamura çinko oksit ilavesinin pişmiş bünyenin toplam küçülme oranlarını arttırdığı ve su emme oranlarını azalttığı gözlenmektedir. Çinko oksit yüksek ve orta dereceli sıcaklıklarda oldukça kullanışlı bir eritici ve akışkanlaştırıcıdır (flux). Az miktarlarda kullanımında oldukça aktif bir ergitici olabilmektedir, yüksek miktarlarda kullanımında ise mat bir yüzey elde etmek mümkündür. 1100 °C'nin altındaki sıcaklıklarda çok az kullanılmaktadır. Çünkü düşük sıcaklıklar da çok fazla ergitici (flux) güce sahip değildir. Çinko oksit kurşun oksit kadar güçlü bir ergitici olmamasına rağmen, kurşun oksidin yerine kullanılmaktadır (Rhodes, 1973, s.93).

Tablo 3.11. Şamotlu çamur ve çinko oksit katkılı bünyelerin pişirim sonrası (1160 °C) renk değerleri

Reçete No	L*	a*	b*
ŞZn-0	68,70	17,88	28,00
ŞZn-3	70,73	17,34	27,53
ŞZn-5	72,25	15,75	24,44
ŞZn-10	78,63	9,35	19,02
ŞZn-15	79,78	4,49	19,99
ŞZn-20	85,75	2,86	19,52
ŞZn-25	86,78	2,66	17,01



ŞZn-0 (şamotlu çamur)



ŞZn-3



ŞZn-5



ŞZn-10



ŞZn-15



ŞZn-20



ŞZn-25

Görsel 3.5. Şamotlu çamur ve çinko oksit katkılı bünyelerin sırsız pişirim sonrası (1160 °C) renk değişimleri

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayaloğlu



ŞZn-11

ŞZn-12

ŞZn-13



ŞZn-14

Görsel 3.6. Şamotlu çamur ve % 10-14 çinko oksit katkı bünyelerin sırsız pişirim sonrası (1160⁰C) renk değişimleri

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayaloğlu

1160 °C’de yapılan sırlı pişirimlerde de katkısız şamotlu çamurun rengine göre sırsız bünyelerde olduğu gibi bünye rengindeki farklılıklar görülmektedir.



ŞZn-0 (şamotlu çamur)



ŞZn-3



ŞZn-5



ŞZn-10



Zn-15



ŞZn-20



ŞZn-25

Görsel 3.7. Şamotlu çamur ve çinko oksit katkılı bünyelerin sırlı pişirim sonrası (1160 °C) renk değişimleri

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu



ŞZn-11

ŞZn-12

ŞZn-13



ŞZn-14

Görsel 3.8. Şamotlu çamur ve % 10-14 çinko oksit katkılı bünyelerin sırlı pişirim sonrası (1160 °C) renk değişimleri

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayaloğlu

1.2.4. Titanyum dioksitin şamotlu çamurda kullanımı ve etkileri

Şamotlu çamur ve titanyum dioksit ile hazırlanan karışımların reçete bileşimleri Tablo 3.12’de, 1160 °C sıcaklıkta pişirilmesi sonucu ortaya çıkan bünyelerin toplam küçülme ve su emme değerleri Tablo 3.13’de ve renk değerleri Tablo 3.14’de verilmiştir.

Tablo 3.12. Şamotlu çamur ve titanyum dioksit ile hazırlanan reçete bileşimleri

Reçete No	Reçete Bileşim (%)	
	Şamotlu çamur	Titanyum Dioksit
ŞTi-0	100	0
ŞTi-3	97	3
ŞTi-5	95	5
ŞTi-10	90	10
ŞTi-15	85	15
ŞTi-20	80	20
ŞTi-25	75	25

Tablo 3.13. Şamotlu çamur ve titanyum dioksit karışımlarının toplam küçülme ve su emme değerleri

Reçete No	Özellikler	
	Toplam Küçülme (%)	Su Emme (%)
ŞTi-0	9,30	2,91
ŞTi-3	10,80	2,09
ŞTi-5	11,10	1,94
ŞTi-10	12,10	1,73
ŞTi-15	12,70	1,60
ŞTi-20	12,80	1,46
ŞTi-25	13,30	1,20

Tablo 3.14. Şamotlu çamur ve titanyum dioksit katkıli bünyelerin pişirim sonrası (1160 °C) renk değerleri

Reçete No	L*	a*	b*
ŞTi-0	68,70	17,88	28,00
ŞTi-3	72,88	15,78	30,49
ŞTi-5	74,43	14,39	28,45
ŞTi-10	77,41	12,80	28,63
ŞTi-15	78,14	11,06	26,60
ŞTi-20	79,72	10,88	26,24
ŞTi-25	79,94	10,79	25,04

Şamotlu çamur-Titanyum dioksit katkıli karışımlarda % 3-10 TiO₂ katkılarında kiremit renginden koyu ve açık hardal renklerine giden bir değişim gözlenmiştir. % 15-25 arasındaki oksit ilavesiyle hazırlanan karışımların pişme sonrası soluk pastel sarı renklerinin birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Pişmiş bünyelerin Minolta 3600-d spektrofotometresi ile yapılan renk ölçümlerinde L (beyazlık) değerinin arttığı görülmektedir.

Saydam sırlı pişirim sonuçlarının sırsız pişirime daha koyu tonlarda olduğu görülmektedir. % 3 ve % 5 titanyum dioksitli bünyelerde hardal sarısına yakın bir renk görülürken, % 10 titanyum dioksit katkıli denemede ten rengine yakın bir turuncu görülmektedir. Titanyum dioksit oranlarının artmasıyla yüzeylerde köpüklenme başlamaktadır (% 25 titanyum dioksit katkıli bünyenin şeffaf sırlı denemesinde daha yoğun), ancak renk olarak çok fazla bir değişim görülmemektedir.

Titanyum dioksitin çamur içindeki oranı arttıkça 1160 °C'de pişmiş bünyenin boyutça küçülme değerleri artmış, su emme oranları ise azalmıştır.



ŞTi-0 (şamotlu çamur)



ŞTi-3



ŞTi-5



ŞTi-10



ŞTi-15



ŞTi-20



ŞTi-25

Görsel 3.9. Şamotlu çamur ve titanyum dioksit katkılı bünyelerin sırsız pişirim sonrası (1160 °C) renk değişimleri

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayaloğlu



ŞTi-0 (şamotlu çamur)



ŞTi-3



ŞTi-5



ŞTi-10



ŞTi-15



ŞTi-20



ŞTi-25

Görsel 3.10. Şamotlu çamur ve titanyum dioksit katkı bünyelerinin sırlı pişirim sonrası (1160°C) renk değişimleri

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayaloğlu

1.2.5. Oksit katkıli çamurların astar olarak kullanımı

Zirkonyum silikat, kalay oksit, titanyum dioksit ve çinko oksit katkıli olarak hazırlanmış olan çamurlardan bazıları seçilerek katkısız, normal şamotlu bünye üzerine astar olarak kullanılmıştır.

Astarın hazırlanması için kuru haldeki şamotlu çamur ve belirlenen oranlardaki oksit karışımları, 100 gr kuru madde kapasiteli bilyalı değirmenlerde 30 dk. öğütüldükten sonra, 100 meshlik elekten süzölmüş, akıtma yöntemiyle deri sertliğindeki plakalar üzerine astar olarak uygulanmış ve astarlı örnekler 1160 °C sıcaklıkta pişirilmiştir. Astarın sırlı ve sırsız etkisini daha iyi görmek amacıyla, 1000 °C'de astarlı bisküvi pişirimleri yapılan plakalar bor ve alkali içerikli, 1160 °C'de gelişen sır uygulanarak pişirilmiştir.



Görsel 3.11. Şamot bünye üzerinde astarlı sırsız pişirim sonuçları (1160 °C)

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

İkili sistemde hazırlanan reçetelerden bazıları astar olarak denenmiş, bazıları seramik uygulamalarında kullanılmıştır. Reçeteleri tercih ederken renk, bünye ile uyumu, katkı oranı gibi parametreler göz önüne alınmıştır. ŞTi-3, ŞZn-11, ŞZn-15, ŞTi-10, ŞZr-

15 ve ŞSn-15 katkı oranları denemelere hazırlanan, sırsız ve sırlı pişirimleri yapılan reçetelerdir.



Görsel 3.12. Şamot bünye üzerinde astarlı sırlı pişirim sonuçları (1160 °C)
Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu

Astarların hazırlanırken homojen bir şekilde karıştırılmasına, tanecik kalmaması için elekten geçirilmesine ve kıvamına dikkat edilmelidir. Oldukça koyu kıvamlı bir astar kavlamaya sebep olabileceği gibi, ince hazırlanan astar da yüzeyin rengini kapatamayabilir ve alt bünyenin rengini gösterebilir. Astar, deri sertliğindeki bünyeye uygulanacaksa ilk katman dikkatli bir şekilde her yere aynı ölçüde uygulanmalıdır, eğer ikinci katman gerekiyor ise bir süre beklendikten sonra uygulanabilir. Ancak uygulanan astarın kalınlığı her zaman göz önünde bulundurulmalıdır. Aynı yöntem bisküvi pişirimi yapılmış bünyelerin üzerine yapılan uygulamalarda da geçerlidir. Fırça ile astar uygulaması dikkat gerektiren bir işlemdir, fırçadaki astarı bünye üzerine olabildiğince homojen bir biçimde uygulamak gerekmektedir.

2. SERAMİK UYGULAMALAR

Zirkonyum silikat, kalay oksit, çinko oksit ve titanyum dioksit'in şamotlu çamura ikili sisteme uygun olarak belirlenen oranlarda katılması ile hazırlanan çamur ve astarlar; katkısız şamotlu çamurla birlikte kullanılmış ve elde şekillendirme yöntemiyle farklı boyutlarda formlar üretilmiştir. Bazı formlarda birden fazla oksit katkılı ve katkısız çamur, bazı formlarda ise bir çeşit çamur kullanılmıştır. Hazırlanan astarlara belirli miktarlarda siyah pigment eklenip gri siyah tonları arasında renkler elde edilmiş ve form üzerine uygulanmıştır. Bazı formlarda sır altı boyaları ile dekorlar yapılmıştır.



Görsel 3.13. *ŞTi-10 ve ŞZn-10 katkıli astarların deri sertliğindeki şamotlu çamur üzerine uygulandığı form, (1160 °C), 2015*

Kaynak: *Fotoğraf: Ali Cihan Kayaloğlu*



Görsel 3.14. ŞÇ, ŞTi-3 ve ŞZn-20 kodlu çamurların birlikte kullanıldığı form, (1160⁰C), 2014

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayaloğlu



Görsel 3.15. *ŞTi-10, ŞTi-3 ve ŞZn-14 reçeteleriyle hazırlanmış astarların deri sertliğinde şamotlu çamur üzerine uygulandığı form, dekor için sır altı boya kullanılmıştır, (1160⁰C), 2015*

Kaynak: *Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu*



Görsel 3.16. ŞZn-3 ve ŞZn-10 kodlu çamurların beraber kullanılmasıyla hazırlanmış olan form, (1160⁰C), 2015

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalhoğlu



Görsel 3.17. *ŞTi-3 ve ŞTi-10 kodlu çamurlardan hazırlanmış olan astarın birlikte uygulandığı form, dekor için sır altı boya kullanılmıştır, (1160 °C), 2015*

Kaynak: *Fotoğraf: Ali Cihan Kayaloğlu*



Görsel 3.18. *ŞTi-10 ve ŞTi-10 kodlu çamurlardan hazırlanmış olan astarların bir arada kullanıldığı form, dekor için sır altı boya kullanılmıştır, (1160⁰C), 2015*

Kaynak: *Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu*



Görsel 3.19. ŞÇ, ŞTi-3 ve ŞTi-10 kodlu çamurların birlikte kullanıldığı form, dekor için sır altı boya kullanılmıştır, (1160 °C), 2015

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayaloğlu



Görsel 3.20. ŞÇ, ŞZn-15 ve ŞZn-11 kodlu çamurlar ve ŞZn-15 reçeteleriyle hazırlanmış olan astarın, şamotlu çamura uygulanmasıyla hazırlanmış olan form, dekor için sır altı boya kullanılmıştır, (1160⁰C), 2015

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu



Görsel 3.21. ŞÇ ve ŞTi-10 kodlu karışımların birlikte uygulandığı form, (1160⁰C), 2015
Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayaloğlu



Görsel 3.22. ŞÇ, ŞTi-3, ŞTi-5 ve ŞTi-15 kodlu çamurlar ile hazırlanmış olan astarların dekor olarak kullanıldığı, form, (1160 °C), 2015

Kaynak: Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu



Görsel 3.23. *ŞTi-10 kodlu çamurdan hazırlanan renkli ve renksiz astarların bisküvi bünye üzerine uygulandığı form (1160 °C), 2016*

Kaynak: *Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu*



Görsel 3.24. *ŞTi-3, ŞTi-10, ŞTi-15 ve ŞZn-14 kodlu çamurlardan hazırlanmış astarların sır altı boyalarla birlikte deri sertliğindeki şamotlu çamur üzerine uygulandığı form, (1160⁰C), 2015*
Kaynak: *Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu*



Görsel 3.25. *ŞTi-3, ŞTi-10, ŞTi-15 ve ŞZn-14 kodlu çamurlardan hazırlanmış astarların sır altı boylarla birlikte deri sertliğindeki şamotlu çamur üzerine uygulandığı form, (1160 °C), 2015*

Kaynak: *Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu*



Görsel 3.26. *ŞTi-3, ŞTi-10, ŞTi-15 ve ŞZn-14 kodlu çamurlardan hazırlanmış astarların sır altı boylarla birlikte deri sertliğindeki şamotlu çamur üzerine uygulandığı form, (1160 °C), 2015*

Kaynak: *Fotoğraf: Ali Cihan Kayalhoğlu*



Görsel 3.27. *ŞTi-3, ŞTi-10, ŞTi-15 ve ŞZn-14 kodlu çamurlardan hazırlanmış astarların sır altı boylarla birlikte deri sertliğindeki şamotlu çamur üzerine uygulandığı form, (1160⁰C), 2015*

Kaynak: *Fotoğraf: Ali Cihan Kayalhoğlu*



Görsel 3.28. *ŞTi-3, ŞTi-10, ŞTi-15 ve ŞZn-14 kodlu çamurlardan hazırlanmış astarların sır altı boylarla birlikte deri sertliğindeki şamotlu çamur üzerine uygulandığı form, (1160⁰C), 2015*

Kaynak: *Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu*



Görsel 3.29. *ŞTi-3 reçetesiyle hazırlanmış çamurun, ŞTi-10 ve ŞZn-12 kodlu karışımların kullanıldığı form, karışık teknik, (1160 °C), 2016*
Kaynak: *Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu*



Görsel 3.30. *ŞZn-20, ŞTi-3, ve ŞZr-20 reçetesiyle hazırlanmış olan çamurların, şamotlu çamur ve sıraltı boyalarla beraber kullanımıyla üretilen form, (1160⁰C), 2014*

Kaynak: *Fotoğraf: Ali Cihan Kayalhoğlu*



Görsel 3.31. *ŞTi-3, ŞTi-10 ve ŞZn-10 reçeteleriyle hazırlanmış olan çamurların şamotlu çamur ile bir arada kullanıldığı form, (1160⁰C), 2016*
Kaynak: *Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu*



Görsel 3.32. *ŞTi-3, ŞZn-11 ve ŞZn-12 reçeteleriyle hazırlanan astarların şamotlu bünye üzerinde kullanıldığı form, (1160 °C), 2016*

Kaynak: *Fotoğraf: Ali Cihan Kayalıoğlu*

SONUÇ

Sanatsal seramik çalışmalarını için seramik çamur seçimi önemli rol oynamaktadır. Sanatçı ya da tasarımcı seçmiş olduğu seramik çamurunun sınırları doğrultusunda hareket etmektedir. Çamur seçiminde çamurun rengi, dokusu, pişirim derecesi ve mukavemeti oldukça önemlidir. Renk ve doku olgusu seramik sanatının önemli unsurlarındandır. Astar, sır, ilkel pişirimler ve dekor yöntemleri bu konuda önemli bir yere sahiptir. Bu yöntemler ile üzerinde çalışılan esere renk ve doku verilebileceği gibi çamur bünyeye oksit, renklendirici, şamot, pigment ve sır altı boyalarının katılımıyla da renk ve doku çeşitliliği artırılabilir. Bugün dünya da birçok sanatçı kullandıkları çamur bünyelerin rengini ve dokusunu bu şekilde değiştirebilmektedir. Dolayısıyla seramik çamurun renginin değişimi üzerine çalışmaların yapılması önemlidir. Şamotlu çamurun, içeriğindeki şamot taneleri sayesinde mukavemeti oldukça yüksektir. Büyük boyutlu sanatsal seramik işlerin yapımında kullanılmaktadır. Ancak bileşiminde mevcut demir oksit nedeniyle pişme rengi pembeden terrakota ve kahverengi renk tonlarına değişebilmektedir. Pişirim sonrasında bünyenin açık renkli olmasının, sır altı ve sır üstü dekorları, sır ve astar uygulamaları için daha çok tercih edildiği görülmektedir. Samotlu çamurun yapısal özelliklerinin çok fazla değişmeden pişirim sonrası daha açık renklere sahip olması; özellikle sanatsal seramik çalışmalarında geniş kullanım olanakları sağlayacaktır.

Bu çalışmada opaklaştırıcı ve matlaştırıcı oksitler % 3, % 5, % 10, % 15, % 20 ve % 25 oranlarında şamotlu çamur ile homojen bir biçimde karıştırılmış ve elde edilen çamurların özellikleri araştırılmıştır. Verilen reçetelerdeki oranlar dikkate alınarak, farklı reçetelerde çamur bünyeleri oluşturulup aynı çalışmada uygulayarak farklı yüzey görünümleri geliştirilebilmektedir. Şamotlu çamur-zirkonyum silikat karışımlarında %10 $ZrSiO_4$ katkı oranında ($\$Zr-10$) bünye renginde gözle görülebilir açılmanın başladığı ve ilave edilen miktar % 25 olduğunda ($\$Zr-25$) rengin açık sarımsı kahverengi (açık ten rengi) olduğu belirlenmiştir.

Kalay oksit (SnO_2); zirkonyum silikat'a göre şamotlu çamurun pişmiş bünye rengi üzerinde daha az etkili olmuştur. Şeffaf sırlı pişirimler de rengin biraz daha koyu olduğu görülmektedir. % 3, % 5 ve % 10 kalay oksit katkılı sırlı pişmiş yüzeylerde herhangi bir hata gözükmezken, % 20 kalay oksit ilavesinden ($\$Sn-20$) sonra yüzeylerde beyaz renkli köpüklenmeler ve lekeler oluştuğu, % 25 katkı oranında ($\$Sn-25$) bu köpükler ve lekelerin hemen hemen tüm yüzeyi kapladığı görülmüştür. Çinko oksit ilavesinin (% 3-

10) sırsız bünyenin açık kiremit rengini soluk, açık terakota ve % 10 oranından (ŞZn-10) sonra, sarı-bej renge doğru çok keskin bir geçişle değiştirdiği saptanmıştır. Şamotlu çamur-Titanyum dioksit katkılı karışımlarda % 3-10 TiO₂ katkılarında kiremit renginden koyu ve açık hardal renklerine giden bir değişim gözlenmiştir. % 15-25 arasındaki oksit ilavesiyle hazırlanan karışımların pişme sonrası soluk pastel sarı renklerinin birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Sırlı pişirimlerde renk farklılıkları daha net bir şekilde gözlenebilmektedir. Elde edilen sonuçlara göre zirkonyum silikat ve kalay oksitin; çinko oksit ve titanyum dioksit kadar şamotlu çamurun pişme sonrası bünye renklerinin açılmasında ve değişiminde çok fazla etkili olmadıkları gözlenmiştir. En belirgin renk değişikliği çinko oksit ve titanyum dioksit ile elde edilmiştir.

% 15 Zirkonyum silikat (ŞZr-15), % 15 kalay oksit (ŞSn-15), % 3-10 (ŞTi-3 ve ŞTi-10) titanyum dioksit ve % 3-15 çinko oksit (ŞZn-3 ve ŞZn-15) katkılı olarak hazırlanmış olan karışımlar katkısız, normal şamotlu bünye üzerine astar olarak kullanılmıştır. Bilyalı değirmende yaş öğütme ile tane boyutu düşürülen, uygun kalınlıkta, düzgün bir biçimde uygulanan astarların bünye ile uyum içerisinde olduğu, kavlama ve atma gibi hataların oluşmadığı görülmüştür. Hazırlanan astar reçeteleri sıraltı ve sır içi pigmentler ile renklendirilerek seramik uygulamalarda kullanılmıştır.

Bu çalışmada elde edilen tüm deneysel çalışmalar ve uygulamalar sonucunda opaklaştırıcı ve matlaştırıcı olarak tanımlanan zirkonyum silikat, kalay oksit, çinko oksit ve titanyum dioksitin şamotlu çamurda katkı malzemesi olarak kullanımının uygun olduğu görülmektedir. Ayrıca hazırlanan karışımlar istenilen özelliklere sahip astar malzemesi olarak ta değerlendirilebilir. Karışımlarda yer alan oksit miktarlarının ekonomik olarak uygun olması için % 25 oranından fazla kullanılmamıştır. Araştırmanın deneysel sonuçlarında da Zirkonyum silikat ve kalay oksitin % 15, çinko oksitin % 11, titanyum dioksitin de % 10-15 arasında ki değerlerde kullanımının bünyenin renk değişimleri açısından yeterli olduğu gözlenmiştir. Oksitlerin katkı oranı ve pişirim sıcaklığına bağlı olarak değişen zengin görsel etkileri arttırmanın mümkün olduğu, Sanatsal seramiklerin üretimleri ile ilgili olarak deneysel temellere dayanan veriler oluşturduğu, alternatif bir malzeme ve yöntem olarak sanatçılar için kullanım uygunluğu olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Alkan Özdemir, D. (2005). *Kâğıt Katkılı Seramik Bünyeler Ve Uygulamaları*. Yayınlanmamış Sanatta Yeterlilik Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi
- Arcasoy, A. (1983). *Seramik Teknolojisi*, İstanbul: Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anasanat Dalı Yayınları No:2
- Biçici, P. (2010). *Elazığ-Uslu Köyü Çömlekçi Kilinin Seramik Çamur, Sır Ve Astar Bünyelerinde Kullanım Özelliklerinin Araştırılması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi
- Connell, J. (2007). *Coloring Clay*. London: A&C Black
- Çakı, M., Özbek, K. ve Ay, N. (2002). Pişmiş Toprağın Mangan İle Renklendirilmesi, *II. Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu, Bildiriler Kitabı*, Eskişehir: Eskişehir Tepebaşı Belediyesi Yayını, s. 319-326
- Çelik Karakaya, M. (2007). Seramik Hammaddelerinin Mineralojisi, Kimyası ve Tüflerin Değerlendirilmesi, *SERES'07 IV. Uluslararası Katılımlı Seramik, Cam, Emaye, Sır ve Boya Semineri Bildiriler Kitabı, Türk Seramik Derneği Yayını*, Eskişehir: Ongar Elektronik Baskı ve Fotokopi Merkezi, s. 230-240
- Çobanlı, Z. (1996). *Seramik Astarları*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları. Güzel Sanatlar Fakültesi Yayınları
- Çukurluoğlu, H., Çoşkun, N., Uz, V., Tiryaki, V. (2014). Dökümle Şekillendirmede Yoğunluk ve Viskozitenin Etkileri. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 14(2014) OZ5728, 177-183.
- Danabaş, N. (2012). Yeryüzü günlüğü. 6. *Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu, Bildiriler Kitabı*, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Basım Evi Tesisleri, s. 195-208

- Demir Oransay, L. (2012). Geleneksel Türk el sanatlarının çağdaş Türk seramik sanatına yansımaları. *Mesleki Bilimler Dergisi, MBD*, 1(3), 13-21.
- Eygi, M. ve Ateşok, G. (2006). Seramik endüstrisinde kullanılan kaolenlerin döküm özelliklerinin geliştirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Dergisi*, 27 (2), 87-96.
- Fournier, R.(2000). *Illustrated Dictionary of Practical Pottery*. London: A&C Black
- Fraser, H. (2010). *Seramik Hataları ve Çözüm yöntemleri*. (Z. Mete ve İ. Özkan). İzmir: Karakalem Kitabevi Yayınları
- Genç, S. ve Karakaya, B. (2012). Antik Mısır Çamuru Araştırması. 6. *Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu, Bildiriler Kitabı*, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Basım Evi Tesisleri, s. 221-232
- Genç, S. (2013). *Sır Sanatı Artistik Seramik Sırları*. İstanbul: Boyut Matbaacılık A.Ş
- Gezer, H. (2009). Gelenekten geleceğe, malzeme ve mimari-iç mimari. *İMECE 2009 Uluslararası Katılımlı Güzel Sanatlar ve Tasarım Sempozyumu, Sempozyum Bildiri Kitabı*, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Basım Evi, s. 29-36
- Gregory, I. (1992). *Sculptural Ceramics*. London: A&C Black
- Güner, Y. (1987). *Seramik*. İstanbul: Gençlik Kitabevi A.Ş
- Harvey, D. (1983). *Imaginative Pottery*. ikinci baskı (second edition). London: A&C Black
- Hopper, R. (1984). *The Ceramic Spectrum, A Simplified Approach To Glaze &Color Development*. Radnor, Pennsylvania: Chilton Book Company
- Hopper, R. (2001). *The Ceramic Spectrum, A Simplified Approach To Glaze &Color Development*. ikinci baskı (second edition). U.S.A: Krause Publication

- Kadıoğlu, H. (2009). *Sert ve Yumuşak Porselenlerde Pişirim Sıcaklıkları ve Sürelerinin Düşürülmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi
- Zakin, R. (2001). *Ceramics Mastering The Craft*. USA: Krause Publications
- Kaptan, E. (1992). Anadolu'da Kalay Ve Eski Yeraltı Kalay Madenciliği. *Jeoloji Mühendisliği*, s., 40, 1992, 15-19.
- Kaya, Ş. (2013). *Agrega Katkılı Seramik Bünyelerin Araştırılması ve Uygulanması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Sakarya: Sakarya Üniversitesi
- Kibici, Y. (2002). *Seramik Hammaddeleri ve Teknolojik Özellikleri*, Afyon: Afyon Kocatepe Üniversitesi Yayınları
- Kibici, Y. (2005). Seramik Hammaddeleri ve Teknolojik Özellikleri, *SERES 2005 III. Uluslararası katılımlı Seramik, Cam, Emaye, Sır ve Boya Semineri Bildiriler Kitabı, Türk Seramik Derneği Yayını*, Eskişehir: Ongar Elektronik Baskı ve Fotokopi Merkezi, s. 17-27
- Kubat, Ş. (2009). *Balıkesir Dursunbey Bölgesi Silisli Kilinin ve Seydişehir Alüminyum Tesisi Atığı Kırmızı Çamurunun Seramik Bünyelerde Kullanım Olanaklarının Araştırılması*. Yayınlanmamış Sanatta Yeterlilik Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi
- Kurt, H. ve Arık, F. (2003). *Mineraloji*. İstanbul: Atlas Yayın Dağıtım Ltd. Şti
- Onur Erman, D. (2012). Seramikte kübizmin öncülerinden Christy Keeney. *Anadolu Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 3 (3), 24-32.
- Önder Er, Ç. (2004). *Seramik Sanatında Mermer Tekniği*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi
- Önem, Y. (2000). *Sanayi Madenleri*. Ankara: Kozan Ofset Mat. San. ve Tic. Ltd. Şti.

- Rajamannan, B., Viruthagiri G. and Suresh Jawahar, K. (2013). Effect Of Grog Addition On The Technological Properties Of Ceramic Brick. *International Journal of Latest Research in Science and Technology*, 2 (6), 81-84.
- Ramazanoğlu, Ő. (2002). Zirkonyum ve Zirkon. *SAU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6 (2), 185-189.
- Rhodes, D. (1973). *Clay and Glazes For The Potter*. Radnor, Pennsylvania: Chilton Book Company
- Sariiz, K. ve Nuhoğlu, K. (1992). *Endüstriyel Hammadde Yatakları ve Madenciliği*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Yayınları
- Scott, D. (1998). *Clay and Glazes In Studio Ceramics*, Ramsbury: The Crowood Press
- Tanışan, H. ve Mete, Z. (1988). *Seramik Teknolojisi ve Uygulaması*. Söğüt: Birlik Matbaası
- Taykurt Daday, M. (2012). *Seramik Sağlık Gereçlerinde Damar Hatalarının Giderilmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi
- Taylor, J.R. and Bull A.C. (1986). *Ceramic Glaze Technology*. U.K: Pergamon Press
- Uzuner, O. (1999). Seramik sanatında renkli çamur tekniği, *Anadolu Sanat*, Aralık 1999, Sayı: 10, 163-177.
- Uzuner, O. (2005). Seramik sanatında renkli çamur tekniğinin tarihsel gelişimi, *Anadolu Sanat*, Bahar 2005, Sayı: 16, 99-105.
- Vieira, C.M.F and Monteiro, S.N. (2007). Effect of grog addition on the properties and microstructure of a red ceramic body for brick production. *Construction and Building Materials*, 21 (8), 1754-1759.

İNTERNET ORTAMINDAKİLER

Malayoğlu, U. ve Akar, A. (1995). Killerin Sınıflandırılmasında ve Kullanım Alanlarının Saptanmasında Aranan Kriterlerin İrdelenmesi. *Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumunda* sunulan bildiri, http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/b702465f3c31412_ek.pdf. (Erişim tarihi: 11.04.2016)

Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı. (2001). *Madencilik ÖİK Raporu Metal Madenler Alt Komisyonu Diğer Metal Madenler Çalışma Grubu Raporu Antimuan-Tungsten-Nikel-Vanadyum-Mobilden-Kalay-Manganez*. Ankara. http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/0f52c6624ae1359_ek.pdf?tipi=5&turu=R&sube=0. (Erişim tarihi: 11.04.2016)

Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı. (2001). *Madencilik ÖİK Raporu Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Genel Endüstri Mineralleri I (Asbest-Grafit-Kalsit-Fluorit-Titanyum) Çalışma Grubu Raporu*. Ankara. <http://www.kalkinma.gov.tr/Lists/zet%20htisas%20Komisyonu%20Raporlar/Attachments/128/oik629.pdf>. (Erişim tarihi: 11.04.2016)

<http://www.sahametal.com/index.php/tr/urunlerimiz/cinko-oksit>
(Erişim tarihi: 11.04.2016)

<http://www.asanlar.net/urunlerimiz/seramik-camuru>
(Erişim tarihi: 11.04.2016)

<http://www.erdincbakla.com/turkce/basinda/BasinSayfa.aspx>
(Erişim tarihi: 11.04.2016)

http://www.smith.edu/artmuseum2/archived_exhibitions/touchfire/touch_fire_artists.htm

(Erişim tarihi: 11.04.2016)

<http://www.marekzyga.com/en/o-mnie/>

(Erişim tarihi: 11.04.2016)

<https://tr.pinterest.com/pin/407223991277304539/>

(Erişim tarihi: 11.04.2016)