

**ÇAN TAŞI ÜRETİM ATIKLARININ  
SERAMİK SIRLARINDA HAMMADDE OLARAK  
KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Hande Özge ÖZKUL**

**Eskişehir 2023**

**ÇAN TAŞI ÜRETİM ATIKLARININ SERAMİK SIRLARINDA HAMMADDE  
OLARAK KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

**Hande Özge ÖZKUL**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Seramik Anasanat Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. Münevver ÇAKI**

**Eskişehir**

**Anadolu Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü**

**Haziran 2023**

## ÖZET

### ÇAN TAŞI ÜRETİM ATIKLARININ SERAMİK SIRLARINDA HAMMADDE OLARAK KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Hande Özge ÖZKUL

Seramik Anasanat Dalı

Anadolu Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Haziran 2023

Danışman: Prof. Dr. Münevver ÇAKI

Doğal oluşumlar toplumların yaşamlarını sürdürebilmeleri ve güzelleştirebilmeleri bakımından en önemli kaynaklardır. Tarih öncesi çağlardan beri taşın estetik değeri ve benzersiz fiziksel dayanıklılığı sebebiyle insan yaşamında önemli bir yer kapladığı bilinmektedir. Doğal taşlar yüzyıllardır yapı malzemesi olarak kullanılmaktadır. Çoğu tarihi yapı doğal taşlardan inşa edilmiştir. Doğal taş, renk, şekil ve yüzey dokusu gibi özellikle tasarım olanakları açısından değerli bir kaynaktır. Magmatik, tortul ve metamorfik kayalar olarak sınıflandırılan bu malzemeler yapı ve seramik sektöründe, heykel ve seramik sanatında doğrudan veya hammadde bileşenleri olarak kullanılmaktadır. Çan taşı, riyolitik tüf olarak tanımlanmaktadır. Bej ve sarı rengin içinde koyu renkli olan çizgisel, haleli veya desenli yapısıyla cazip bir görünüme sahiptir.

Bu çalışmanın amacı; riyolitik tüf olarak bilinen, Çan taşının üretimi esnasında ortaya çıkan atıkların seramik sırlarında hammadde olarak kullanım özelliklerini ve oranlarını belirlemektir. Çalışmada farklı işlemler sonunda ortaya çıkan iki farklı atık kullanılmıştır. Atık malzemelerin kimyasal analiz (XRF) yapılmış, sır reçetelerinde, %20 -95 arasında değişen oranlarda yer almıştır. 1160 °C- 1200 °C sıcaklıklarda renk ve ergime özellikleri saptanmıştır. 1160 °C- 1200 °C'deki sır pişirimleri sonrası çoğunlukla açık sarıdan bal rengine, kızıl kahveden çikolata kahveye geçişli parlak sırlar üretilmiştir. Çan taşı atık miktarı arttıkça matlaşan yüzeylere sahip sır bileşimleri elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çan taşı, Riyolitik tüf, Çan taşı atıkları, Stoneware Sırları.

## ABSTRACT

### INVESTIGATION OF THE USE OF ÇAN STONE PRODUCTION WASTES AS RAW MATERIAL IN CERAMIC GLAZE

Hande Özge ÖZKUL

Department of Ceramic

Anadolu University, Graduate School of Fine Arts, Haziran 2023

Advisor: Prof. Dr. Münevver ÇAKI

Natural formations are the most important resources for societies to sustain and beautify their lives. Since prehistoric times, it is known that stone occupies an important place in human life due to its aesthetic value and unique physical durability. Natural stones have been used as building materials for centuries. Most historical buildings were built from natural stones. Natural stone is a valuable resource especially in terms of design possibilities such as color, shape and surface texture. These materials, which are classified as igneous, sedimentary and metamorphic rocks, are used directly or as raw material components in the construction and ceramics industry, sculpture and ceramic art. Çan stone is defined as rhyolitic tuff. It has an attractive appearance with its dark colored linear, patterned and haloed structure in beige and yellow colors.

The aim of this study is to determine the usage properties and rates of the wastes generated during the production of Çan stone as a raw material in ceramic glazes. Two different wastes resulting from different processes were used. Chemical analysis (XRF) of waste materials was made and it was included in glaze recipes at rates ranging from 20 to 95%. Color and melting properties were determined at 1160 °C- 1200 °C temperatures. After the glaze firing at 1160 °C- 1200 °C, mostly bright glazes with a transition from light yellow to honey color, reddish brown to chocolate brown were produced. As the amount of bell stone waste increased, glaze compositions with matt surfaces were obtained.

**Keywords:** Çan stone, Rhyolitic tuff, Çan stone wastes, Stoneware Glazes.

## TEŞEKKÜR

“Çan Taşı Üretim Atıklarının Seramik Sırlarında Hammadde Olarak Kullanım Olanaklarının Araştırılması” başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında her konuda bilgi ve desteği ile yanımda olan danışmanım Sayın Prof. Dr. Münevver ÇAKI’ ya, Doç. Dr. Selvin Yeşilay’a, Araş. Gör. Esra Öztürk Razi’ye ve emeği geçen herkese teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım esnasında desteklerini esirgemeyen sevgili ailem İrfan- Şennur Özkul’a, her daim koşulsuz şartsız yanımda olan Volkan Üstün ve ailesine çok teşekkür ederim.

Hande Özge ÖZKUL

15.06.2023

### **ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ**

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı” ile 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 sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

İmza

Hande Özge ÖZKUL

## İÇİNDEKİLER

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

### BİRİNCİ BÖLÜM

1. GELENEKSEL SIR HAMMADDELERİ VE OKSİTLER .....	3
1.1. Silika ( $\text{SiO}_2$ ) .....	4
1.2. Alümina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) .....	5
1.3. Alkali Metal Oksitler $\text{Na}_2\text{O}$ ve $\text{K}_2\text{O}$ .....	5
1.4. Kalsiyum Oksit ( $\text{CaO}$ ) .....	6
1.5. Magnezyum Oksit ( $\text{MgO}$ ) .....	6
1.6. Alternatif Seramik Hammaddeleri .....	7

### İKİNCİ BÖLÜM

2. VOLKANİK TÜFLER VE ÇAN TAŞI .....	10
2.1. Volkanik Tüfler, Tanım, Oluşum ve Sınıflandırma .....	10
2.2. Riyolit ve Riyolitik Tüfler .....	13
2.3. Volkanik Tüflerin Seramik Bünyelerde Kullanımı .....	13
2.4. Çan Taşı Tanım, Üretim ve Kullanım Alanları .....	16

### ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR VE SERAMİK UYGULAMALAR .....	22
---	----

<b>3.1. Kullanılan Hammaddeler ve Özellikleri</b> .....	<b>22</b>
<b>3.2. Çan Taşı Üretim Atıklarının İkili Sır Sisteminde Kullanımı</b> .....	<b>25</b>
3.2.1. Üleksit-Çan taşı çakıl atığı sır sistemi .....	26
3.2.2. Üleksit-Çan taşı havuz atığı sır sistemi .....	28
<b>3.3. Çan Taşı Üretim Atıklarının Üçlü Sır Sisteminde Kullanımı</b> .....	<b>29</b>
3.3.1. Standart olarak oluşturulan üçlü sır sistemi .....	29
3.3.2. Çan taşı çakıl atığı-kırmızı kil-üleksit sır sistemi .....	32
3.3.3. Çan taşı havuz atığı-kırmızı kil-üleksit sır sistemi .....	34
<b>3.4. Çan Taşı Üretim Atıklarının Saydam ve Mat Stoneware Sır Reçetesi</b> <b>İçinde Kullanımı</b> .....	<b>38</b>
3.4.1. Çan taşı çakıl atığı katkılı saydam ve mat sırlar .....	39
3.4.2. Çan taşı havuz atığı katkılı saydam ve mat sırlar .....	41
3.4.3. Çan taşı çakıl ve havuz atığı içeren saydam ve mat sırlarda renklendirme .....	43
<b>3.5. Seramik Uygulamalar</b> .....	<b>45</b>
3.5.1. Espresso kahve fincanı tasarımı .....	45
3.5.2. Latte kahve fincanı tasarımı .....	47
3.5.3. İki Boyutlu dekoratif karo tasarımları .....	48
3.5.4. Dekoratif obje tasarımı .....	54
3.5.5. Koku difüzörü tasarımı .....	55
3.5.6. Dekoratif Odunpazarı ev tasarımı .....	56
<b>SONUÇ</b> .....	<b>57</b>
<b>KAYNAKÇA</b> .....	<b>59</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	

## TABLULAR DİZİNİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
<b>Tablo 3.1.</b> Sır reçetelerinde kullanılan Çan taşı atıkları ve diğer hammaddelerin kimyasal analizi .....	24
<b>Tablo 3.2.</b> Üleksit ve Çan taşı çakıl atığı karışımları .....	26
<b>Tablo 3.3.</b> Üleksit ve Çan taşı havuz atığı karışımları .....	28
<b>Tablo 3.4.</b> Standart potasyum feldspat-üleksit-kırmızı kil sır sistemindeki bileşim oranları .....	30
<b>Tablo 3.5.</b> Çan taşı çakıl atığı-üleksit-kırmızı kil sır sistemindeki bileşim oranları .....	33
<b>Tablo 3.6.</b> Çan taşı havuz atığı-üleksit-kırmızı kil sır sistemindeki bileşim oranları .....	36
<b>Tablo3.7.</b> Standart saydam sır ve Çan taşı atık ilaveli sır reçeteleri .....	39
<b>Tablo 3.8.</b> Mat sır ve Çan taşı atık ilaveli sır reçeteleri .....	39

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
<b>Şekil 3.1.</b> Standart olarak kabul edilen Potasyum feldspat-üleksit-kırmızı kil üçlü sistemi .....	30
<b>Şekil 3.2.</b> Çan taşı çakıl atığı-üleksit-kırmızı kil üçlü sistemi .....	33
<b>Şekil 3.3.</b> Çan taşı havuz atığı-üleksit-kırmızı kil üçlü sistemi .....	36

## GÖRSELLER DİZİNİ

### Sayfa

<b>Görsel 1.1.</b> Seydişehir alüminyum tesisleri üretim sonu katı atığı kırmızı çamur ile üretilen pigmentlerin saydam stoneware sırdaki renk ve doku etkileri .....	8
<b>Görsel 1.2.</b> Pişmiş kiremit atığı içeren döküm çamurlarıyla üretilmiş sırlı ve Sırsız stoneware formlar .....	8
<b>Görsel 1.3.</b> Isparta Gönen trakiti içeren bünye- Leyla Kubat, “Form 16” 18x12x2, 1180 °C, 2014 .....	9
<b>Görsel 2.1.</b> Volkanik tüflerin kullanıldığı yapı örnekleri (Meksika) .....	10
<b>Görsel 2.2.</b> Duvar süsü amacıyla kullanılan tuf taşı heykeller (http-1) (Erişim Tarihi:19.04.2023) .....	11
<b>Görsel 2.3.</b> Volkanik tuf yüzeyinin genel görüntüsü (Bayırlı, Pekin 2013) .....	12
<b>Görsel 2.4.</b> Kültür: Mimbres, Ayakta Duran Figür, M.Ö. 1100-1000 Taş (volkanik tuf), pigment, 3 1/2 x 1 1/2 x 1 inç (8,9 x 3,8 x 2,5 cm). Brooklyn Müzesi (http-4) (Erişim Tarihi: 03.05.2023) .....	14
<b>Görsel 2.5.</b> Çan taşı riyolitik tüfü (Tekin, 2009, 39) .....	17
<b>Görsel 2.6.</b> Ocaktan çıkarılan (a) 50cm'den küçük, (b) 50cm'den büyük Çan taşları (Tekin 2009, s. 66-67) .....	18
<b>Görsel 2.7.</b> Ocaktan çıkarılan Çan taşı bloklarının plaka ve blok kesim için ayrılması işlemi .....	19
<b>Görsel 2.8.</b> Tamburlama işlemi .....	20
<b>Görsel 2.9.</b> Toz atıkların biriktiği havuzlar .....	21

	<u>Sayfa</u>
<b>Görsel 3.1.</b> Çan taşı Ocağı (Tekin, 2009, s. 58) .....	22
<b>Görsel 3.2.</b> Çan taşı çakıl atığı .....	23
<b>Görsel 3.3.</b> Çan taşı havuz atığı .....	24
<b>Görsel 3.4.</b> Çan taşı çakıl (Ç) ve havuz (H) atıklarının doğal (1), 1160 °C (2) ve 1200 °C (3) sıcaklıklardaki pişirim sonuçları .....	25
<b>Görsel 3.5.</b> Üleksit ve Çan taşı çakıl atığı karışımlarının pişirim sonuçları (1160 °C) .....	27
<b>Görsel 3.6.</b> Üleksit ve Çan taşı çakıl atığı karışımlarının 1200 °C sıcaklıktaki pişirim sonuçları .....	27
<b>Görsel 3.7.</b> Üleksit ve Çan taşı havuz atığı karışımlarının pişirim sonuçları 1160 °C .....	28
<b>Görsel 3.8.</b> Üleksit ve Çan taşı havuz atığı karışımlarının pişirim sonuçları 1200 °C .....	29
<b>Görsel 3.9.</b> Standart olarak belirlenen (potasyum feldspat-üleksit-kırmızı kil) üçlü sistemindeki sırların 1160 °C'deki pişirim sonuçları .....	31
<b>Görsel 3.10.</b> Standart olarak belirlenen (potasyum feldspat-üleksit-kırmızı kil) üçlü sistemindeki sırların 1200 °C'deki pişirim sonuçları .....	32
<b>Görsel 3.11.</b> Çan taşı çakıl Atığı-üleksit-kırmızı kil üçlü sistemindeki sırların 1160 °C'deki pişirim sonuçları .....	34
<b>Görsel 3.12.</b> Çan taşı Çakıl atığı-üleksit-kırmızı kil üçlü sistemindeki sırların 1200 °C'deki pişirim sonuçları .....	35
<b>Görsel 3.13.</b> Çan taşı havuz atığı-üleksit-kırmızı kil üçlü sistemindeki sırların 1160 °C'deki pişirim sonuçları .....	37

<b>Görsel 3.14.</b> Çan taşı havuz atığı-üleksit-kırmızı kil üçlü sistemindeki sırların 1200 °C'deki pişirim sonuçları .....	38
<b>Görsel 3.15.</b> Çan taşı çakıl atığı ilaveli saydam sırların 1160 °C sıcaklıktaki pişirim sonuçları .....	40
<b>Görsel 3.16.</b> Çan taşı çakıl atığı ilaveli saydam sırların 1200 °C sıcaklıktaki pişirim sonuçları .....	40
<b>Görsel 3.17.</b> Çan taşı çakıl atığı ilaveli mat sırların 1160 °C sıcaklıktaki pişirim sonuçları .....	40
<b>Görsel 3.18.</b> Çan taşı çakıl atığı ilaveli mat sırların 1200 °C sıcaklıktaki pişirim sonuçları .....	41
<b>Görsel 3.19.</b> Çan taşı havuz atığı ilaveli saydam sırların 1160 °C sıcaklıktaki pişirim sonuçları .....	41
<b>Görsel 3.20.</b> Çan taşı havuz atığı ilaveli saydam sırların 1200 °C sıcaklıktaki pişirim sonuçları .....	42
<b>Görsel 3.21.</b> Çan taşı havuz atığı ilaveli mat sırların 1160 °C sıcaklıktaki pişirim sonuçları .....	42
<b>Görsel 3.22.</b> Çan taşı havuz atığı ilaveli mat sırların 1200 °C sıcaklıktaki pişirim sonuçları .....	
<b>Görsel. 3.23.</b> Standart saydam sırda renklendirici oksitlerin etkileri 1160 °C .....	43
<b>Görsel 3.24.</b> %60 Çakıl atığı içeren saydam sırda renklendirici oksitlerin etkileri 1160 °C .....	44
<b>Görsel 3.25.</b> %60 Havuz atığı içeren saydam sırda renklendirici oksitlerin etkileri 1160 °C .....	44
<b>Görsel 3.26.</b> Standart mat sırda renklendirici oksitlerin etkileri 1200 °C .....	45

<b>Görsel 3.27.</b> %60 Çakıl atığı içeren mat sırda renklendirici oksitlerin etkileri 1200 °C .....	45
<b>Görsel 3.28.</b> %60 Havuz atığı içeren mat sırda renklendirici oksitlerin etkileri 1200 °C .....	46
<b>Görsel 3.29.</b> ÇS25, ÇS26, ÇS27 kodlu sırlar, daldırma yöntemi 1200 °C .....	47
<b>Görsel 3.30.</b> ÇS 25 kodlu sır ve Çakıl atık katkılı mermer desen-saydam sır, daldırma yöntemi, 1200 °C .....	47
<b>Görsel 3.31.</b> ÇS26, ÇS27 kodlu sırlar, daldırma yöntemi, 1200 °C .....	48
<b>Görsel 3.32.</b> ÇS18, ÇS25, ÇS27 kodlu sırlar, karışık sırlama yöntemi, 1200 °C .....	48
<b>Görsel 3.33.</b> ÇS18, ÇS25 kodlu sırlar, Çakıl atık katkılı mermer desen, karışık sırlama yöntemi, 1200 °C .....	49
<b>Görsel 3.34.</b> ÇS18, ÇS25, ÇS26, ÇS27 kodlu sırlar, karışık sırlama yöntemi-akıtma ve püskürtme 1200 °C .....	50
<b>Görsel 3.35.</b> ÇS18 kodlu sır, püskürtme yöntemi, duvar karosu 1200 °C .....	51
<b>Görsel 3.36.</b> HS6-%3 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> kodlu sır , püskürtme yöntemi, duvar karosu, 1200 °C .....	52
<b>Görsel 3.37.</b> ÇS18, ÇS27, ÇS25 kodlu sırlar Çakıl atık karışık uygulama, püskürtme ve akıtma, duvar karosu, 1200 °C .....	52
<b>Görsel 3.38.</b> ÇS18, ÇS27 kodlu sırlar. Çakıl atık karışık uygulama, akıtma yöntemi, duvar karosu, 1200 °C .....	53
<b>Görsel 3.39.</b> ÇS27, ÇS25 kodlu sırlar, püskürtme yöntemi, duvar karosu, 1200 °C .....	53

<b>Görsel 3.40.</b> ÇS25 kodlu sır, püskürtme yöntemi, duvar karosu, 1200 °C .....	54
<b>Görsel 3.41.</b> ÇS18 (sağ), ÇS27 (sol), kodlu ve ÇM6-%3 MnO kodlu (üst) sırlar, püskürtme yöntemi, 1200 °C .....	55
<b>Görsel 3.42.</b> ÇS18 (sol), ÇS27 (üst), ÇS26, HS6- %3 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (sağ) kodlu sır, püskürtme yöntemi, 1200 °C .....	56
<b>Görsel 3.43.</b> ÇS27 (a), ÇS25 (b), ÇS18 (c) kodlu sırlar, daldırma yöntemi, 1200 °C .....	57

## GİRİŞ

Seramik sonsuz bir deniz gibidir, malzeme çeşitliliği ve üretme güdüsü insanı alır götürür. Pek çok malzemeyi ve tekniği bir arada kullanma imkânı sunar. Seramik yaparken çok fazla malzemenizin olmasına gerek yoktur. Çünkü doğa size tüm olanaklarını sunar. Bazen fikir olur çıkar karşınıza, bazen tesadüf olur bazen de tüm kaynaklarını açar size eşsiz bir hammadde olur. Yeryüzündeki oluşumların çoğu doğal bir hammadde kaynağıdır.

Dünyada yaşamın başlamasıyla beraber; insan doğal kaynakları, barınma, ısınma, avlanma, yeme- içme, kap-kacak gibi pek çok alanda kullanmıştır. Doğal taşların yaşam içerisindeki kullanım alanları da yine bu tarihlere dayanmaktadır. Doğal taş olarak adlandırılan kayalar, bilinen ve kullanılan en eski malzemedir.

Kayalar gezegenimizi destekleyen dinamik depolardır ve değerli mineralleri bünyesinde barındırırlar. Tarihte kayaların; kullanım eşyası, süs eşyası, anıtsal heykel ve mimari gibi pek çok üretim alanında kullanıldığı görülmektedir.

Kayaç türleri genel olarak üçe ayrılırlar; Magmatik kayalar, Tortul kayalar ve Metamorfik kayalar. Magmanın katılaşp soğumasıyla magmatik, tektonik havzalarda çökeltilerin düşük sıcaklıklarda birikmesiyle tortul ve önceden var olan kayalara sıcaklık ve basınç uygulanmasıyla da metamorfik kayalar oluşur. Metamorfik kayalar büyük derinliklerde oluşur, ancak erozyon ve epirojenik hareketler nedeniyle yüzeyde açığa çıkar. Metamorfik kayalara başkalaşım kayalarda denir. Bu kayaç türü yüksek sıcaklık sonucu ergiyerek magmatik kayaya dönüşür. Magmanın soğuyup katılaşması sonucu oluşan kayalara da Volkanik kayalar (tüfler) denir.

Volkanik tüfler; Patlama sonucu volkanik küllerin oluşturduğu bir kayaç türüdür. Volkanik tüflerin; Riyolitik tüf, Kaynaklı tüf, Andezit tüf, Ultramafik tüf, Bazaltik tüf, Trakit tüf olmak üzere 6 çeşidi vardır. Riyolitik tüf silis içeriği yüksek magmatik kayaç grubunda yer alır.

Doğal taşların riyolitik tüf grubunda bulunan Çan taşı, volkanik bir kayaç türüdür. Çanakkale bölgesinde çok yoğun bulunan çan taşı, bej, kırmızı ve kahverengi tonlarında çizgisel mermer desenli bir görünüme sahiptir. Bu kayaç türü dayanıklı olduklarından camii, mimari gibi dış cephe kaplamalarında sıklıkla kullanılır. Çan taşı işletilen ocakların azlığından genellikle inşaat endüstrisinde yapı malzemesi olarak, yol yapımlarında ve çevre düzenlemelerinde kullanılmaktadır. Geçmişte işletilen pek çok ocak olduğundan çan taşının sanat alanında da kullanıldığı bilinmektedir.

Bu tez çalışmasında kullanılan Çan taşı; Çanakkale ili, Çan ilçesindeki Karakoca köyünde bulunan Şahinler madencilik işletmesindeki ocaktan temin edilmiştir.

Çan taşı atıklarının 1160 °C-1200 °C'de olgunlaşan sırlarda ana bileşen ve renklendirici olarak kullanımını amaçlayan çalışmanın birinci bölümünde geleneksel ve alternatif sır hammaddeleri, volkanik ve riyolitik tüf konuları ve bunların seramik bünyelerde kullanımına yönelik çalışmalar araştırılmıştır. İkinci bölümde tezin ana konusunu oluşturan Çan taşı, tanımı, oluşumu, üretimi ve kullanım alanları ile ilgili bilgiler verilmiştir. Üçüncü bölümde, Çan taşının sır bileşeni olarak farklı sır sistemleri ve reçete harmanları içinde kullanımına yönelik deneysel çalışmalar, sonuçları ve elde edilen sonuçların kişisel tasarımlar üzerinde uygulanmasına yönelik sonuçlar verilmiştir.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### 1. GELENEKSEL SIR HAMMADDELERİ VE OKSİTLER

Seramik sanatında ya da porselen sağlık gereçleri, kaplama malzemeleri ve tuğla kiremit gibi geleneksel endüstriyel üretimler için hammaddeye gereksinim vardır. Bu malzemeler; seramik hammaddeleri olarak tanımlanır. Bu tip üretimlerde kullanılan geleneksel hammaddeler, feldspat kuvars, kil mineralleri ve diğer hammaddelerdir.

Ergime, camsı yapıyı oluşturabilme, şekillendirebilme veya renklendirme özelliğine sahip olan, kimyasal, fiziksel ve mineralojik özellikler açısından ve belirli standartları sağlayan her türlü malzeme seramik hammaddesi olarak kullanılabilir. Her iki tip üretimde de şekillendirme için kullanılan seramik çamurları, bu bünyeler üzerine uygulanan sır, astar veya bu bünyelerin renklendirilmesinde kullanılan seramik boyalar herhangi bir seramik ürün veya sanatsal çalışmanın üretimi için olması gereken ana öğelerdir (Kubat, 2009, s. 2; Aydoğdu, 2005, s. 2).

Sırlar; seramik ürün üzerini kaplayan pürüzsüz ve camsı yapıdan oluşan kaplamalardır. Esas olarak amorf bir fazdan oluşurlar, ancak opak veya mat sırlarda sır yapısı ayrıca kristal fazları da içerir. Sırın bileşimi, seramik alt tabakaya yapışma, istenen erime davranışı, uygun termal genişleme, şeffaflık veya opaklık, yüzey dokusu, kimyasal ve mekanik direnç gibi belirli özellikleri sağlayacak şekilde seçilir. Sır için verilen tanımlar içinde, sırın farklı tasarım işlevlerine ve özelliklerine sahip çeşitli seramik yüzeylere uygulanabileceğine dair zımni bir kabul vardır. Her biri için gereksinimler büyük ölçüde farklılık gösterecektir. Bu nedenle, sırların bir spesifikasyona uyacak şekilde tasarlanması beklenecektir. Örneğin, dekoratif seramikler için sırlar, hazırlanması veya saklanması sırasında gıda ile temas eden sofrta takımları üzerinde sır olarak kabul edilemez. Bileşimi hakkında herhangi bir tavsiyede bulunulmadan önce, sır yüzeyinden ne beklendiğine dair doğru bilgi önemlidir (Taylor and Bull, 1968, s. 1-12).

Bir sır reçetesi oluşturulurken hammaddelerin gerçek seçimi de önemlidir. Reçetede bulunan bileşenler aynı olsa bile hazırlanan karışım her uygulama ve pişirmede farklı sonuçlar verebilir. Hazırlanan sırlar üretime girmeden önce çok sayıda sır reçetesi denemelerinin yapılması önemlidir. Tüm aşamalardan sonra düzgün hazırlanmış ve uygulanmış bir sır, seramik ürünün görünümünü, kalitesini ve kullanılabilirliğini arttıracaktır.

Sır için verilen tanımlar içinde, sırın farklı tasarım işlevlerine ve özelliklerine sahip çeşitli seramik yüzeylere uygulanabileceğine dair zımni bir kabul vardır. Her biri için

gereksinimler büyük ölçüde farklılık gösterecektir. Bu nedenle, sırların bir spesifikasyona uyacak şekilde tasarlanması beklenecektir. Kimyasal bileşim ve uzun süre tutarlılığı, maliyet, mineral safsızlıkları, tane boyutu, depolama, hazırlama ve uygulama koşulları, kaynağın konumu gibi faktörler, yapılan sır türü için çok önemli olacaktır. Tek bir faktör göz ardı edilemezken, hammaddenin saflığı ve maliyeti seçimde büyük etkiye sahip olacaktır (Taylor and Bull, 1968, s. 1-12).

Sırların bileşimi, seramik bünyeye yapışma, istenen erime davranışı, uygun termal genişleme, şeffaflık veya opaklık, yüzey dokusu, kimyasal ve mekanik direnç gibi belirli özellikleri sağlayacak şekilde seçilir. Ham ve fritli sırlar kullanılan sınıflandırmalardan biridir. Ham sırlar, mineral ve oksit karışımlarından yapılır. Bu sırların kullanım özellikleri, formülasyonlarına, pişirme programları ve sıcaklıkları gibi üretim koşullarındaki değişikliklere veya nihai sır özellikleri için gerekliliklerdeki değişikliklere uyulanıp uyulanamayacağına bağlıdır.

Ham sırlar için hammaddeler, işlenmiş ve zenginleştirilmiş minerallerden seçilir. Ham sırların nispeten düşük maliyetli olması, kullanılan hammaddelerin bol, kolay elde edilebilir, tutarlı ve ekonomik fiyatlı olmasına dayanmaktadır. Minerallerin çoğu, nihai bileşim için gerekli olan oksitlerden birden fazlasını içerir. Ham sırlarda suda çözünen hammaddeler dikkate alınmaz. Buna karşılık frit hazırlamada yüksek alkali ve bor bileşikleri gibi suda çözünür hammaddeler kullanılabilir. Düşük sıcaklıklarda pişirilen seramikler için sır formülasyonlarında yüksek miktarda alkali oksit ve bor oksit gerekir. Geleneksel sırlar genellikle silis, alümina ve fluks bileşenlerinden oluşur. Sodyum ve potasyum feldspat ve nefelin siyenit gibi alkali oksitleri içeren feldspatik mineraller, kuvars, bor oksit ve önemli hammadde kaynaklarıdır. Çamur, sır ve astar reçetelerinde yaygın kullanılan hammaddelerden bazıları olmaya devam etmektedir.

### **1.1. Silika (SiO<sub>2</sub>)**

Silika (SiO<sub>2</sub>), sırların ana bileşeni olarak kabul edilmektedir. Diğer hammaddelere bağlı olarak bileşimde yer alabilir veya kuvars kumu veya çakmaktaşı gibi doğal hammadde olarak reçeteye eklenebilir. Ticari sırların silika içeriği ağırlıkça %45-80 arasında değişir. Silika, ana cam oluşturunucudur. Silikanın erime noktası yaklaşık 1700 °C'dir. Sırdaki silika oranı ne kadar yüksek olursa, pişirme sıcaklığı o kadar yüksek olur. Ayrıca, yüksek silika içeriği mekanik ve kimyasal etkenlere karşı sıra iyi bir direnç sağlar; Tüm ticari seramik ve sırların pişirim sıcaklıkları daha düşük olduğu için ilave ham

maddelere, eritkenlere ihtiyaç duyulur. Akışkanlarla birlikte, yüksek erime noktalı oksitler silika ve alümina, düşük erime noktalı karışımlar oluşturur ve böylece yeterince güçlü eriyikler oluşturur (Britt, 2007, s. 21).

### **1.2. Alümina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)**

Sırların bileşiminde yer alan temel bileşenlerden olan alümina kaynakları; korund, kil mineralleri ve feldspatlardır. Pişirim sıcaklığına bağlı olarak her çeşit sırn çalışma ve yüzey özellikleri üzerinde önemli etkileri vardır, farklı katkılarda bulunur.

Alümina içermeyen sırlar, soğutma sırasında kristal oluşturması amaçlanan sırlardır. Alümina refrakterdir ve yaklaşık 2000 °C'ye kadar kendi kendine erimez. Bir sırda alümina bulunması, erimiş sırı daha viskoz ve dikey yüzeylerden akmaya daha az yatkın hale getirir. Bu, çanak çömlek üzerinde kullanım için sırlarda değerli bir özelliktir. Alüminanın bir diğer değerli işlevi de sırn soğuması sırasında yeniden kristalleşmeyi önlemesidir. Alümina olmadan birçok sır soğuma sırasında devitrifiye olur ve pürüzlü yüzeylere, opaklığa veya benekli dokulara sahip olur. Erimiş camdaki alümina, diğer malzemelerin kristal halde bir araya gelmesini engelleyen bir geciktirici görevi görür. Alümina ayrıca sırların sertliğine, dayanıklılığına ve çekme mukavemetine katkıda bulunur. Yüksek erime noktası nedeniyle, sır bileşimine ve pişme sıcaklığına bağlı olarak belirli bir kritik sınırın üzerindeki miktarlarda kullanılırsa, herhangi bir sır için opaklık ve matlık verir (Rhodes, 1973, s. 88-89).

### **1.3. Alkali Metal Oksitler (Na<sub>2</sub>O ve K<sub>2</sub>O)**

Alkali metal oksitler; Na<sub>2</sub>O ve K<sub>2</sub>O, ticari sırlarda kullanılan en güçlü akışkanlaştırıcılarıdır. Alkali bileşiklerin bazıları suda çözünür mineraller olarak doğada yaygın olarak bulunurlar ve bu nedenle ham sırlarda yüksek miktarlarda kullanılamazlar. Ham sırlardaki alkalilerin ana kaynağı çeşitli feldspatlardır. Tüm feldspatik malzemeler, seramik sırlarında ve çamurlarında akışkanlaştırıcı, camlaştırıcı, ergitici olarak işlev görür. Seramik üretiminde kullanılan en yaygın feldspat mineralleri potasyum feldspat veya mikroklin (K<sub>2</sub>O.Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.6SiO<sub>2</sub>) ve sodyum feldspat-albit, (Na<sub>2</sub>O.Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.6SiO<sub>2</sub>), siyenit, nefelin siyenit, pegmatit, (genellikle hem potasyum hem de soda feldspatların karışımları olarak bulunurlar) ve spodümen-lityum feldspat (Li<sub>2</sub>O.Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.4SiO<sub>2</sub>) mineralleridir. Na/K oranı birçok özelliği etkiler. Oran, diğer oksitlerle birlikte düşük erime noktalı karışımlar oluşturarak erime davranışını kontrol eder. Oran ayrıca termal

genleşmeyi, kimyasal direnci ve parlaklığı vb. etkiler. Sırlardaki alkali içeriği, iyi kimyasal dayanıklılığı korumak ve sırnın termal genleşmesini kontrol etmek için tercihen düşük, ürün tipi ve pişirim sıcaklığına bağlı olarak değişir (Kronberg, 2020, s. 11-12).

#### **1.4. Kalsiyum Oksit (CaO)**

Sırların çoğu CaO içerir. Doğada kolay bulunabilir, ucuzdur ve sırlara arzu edilen özellikleri katar. Başlıca işlevi bir akışkanlaştırıcı (flux-flaks) özelliğinin olmasıdır. Yüksek olan erime noktasından çok, erimiş sırdaki düşük viskozite katkısı ile etki eder. Bu nedenle, yüksek ısıda pişen sırlarda ana akışkanlaştırıcı olabilirken, daha düşük sıcaklıktaki sırlarda erimeyi sağlamak için PbO, ZnO veya Na<sub>2</sub>O gibi diğer akışkanların CaO ile birlikte kullanılması gerekir. Bir sırda çok fazla CaO kullanılırsa, anortitin kristallenmesinden mat bir yüzey elde edilir (Eppler and Eppler, 1998, s. 19). Sır bileşimlerine mermer, kalsit, wollastonit dolomit gibi hammaddelerle birlikte girer.

#### **1.5. Magnezyum Oksit (MgO)**

Magnezyum oksit alkali toprak grubunda yer alan bir akışkanlaştırıcıdır ve tüm seramik oksitler arasında en yüksek erime noktalarından biri olan 2800 °C'ye sahiptir, ancak akışkanlaştırıcı (ergitici-camlaştırıcı) eylemine 1170 °C civarında başlayarak ötektik oluşturur. Böylece diğer oksitler, daha düşük sıcaklıklarda eriyebilir. Erime etkisi daha yüksek sıcaklıklarda artar. Bu oksit, magnezyum matları veya yağlı matlar olarak bilinen opak mat yüzeyler üretir. Magnezyum oksidin renk üretme kapasitesi pastel aralığı ile sınırlıdır, ancak kalay oksit ile iyi bir temiz beyaz üretebilir. Kobaltlı reçetelerde kullanılan magnezyum oksit lavantaya doğru eğilim gösterirken, bakırla renk pembeye dönebilir. Şeffaf bir sır içinde magnezyum oksit, çok düşük bir genleşme ve büzülme oranına sahiptir. Yüksek yüzey gerilimi ve orta düzey viskozitesi, sırda toplanmaya neden olabilir. Magnezyum oksit düşük toksisiteye sahiptir ve seramik pişirim sıcaklıklarında uçmaz, ancak bazı kaynaklar suda az miktarda çözünür (asit varsa). Çözünmeyen magnezyum oksit kaynakları talk, dolomit ve magnezyum karbonat veya hafif magnezyum karbonattır (her ikisi de az çözünür); çözünebilir kaynaklar magnezyum sülfattır (Epsom tuzları) (Britt, 2007, s. 18).

## 1.6. Alternatif Seramik Hammaddeleri

Seramik sanatçıları ve tasarımcıları için geleneksel seramiklerle çalışmanın en büyüleyici yönü, tasarlanan formu üretmek için kullanılan çamur, sır veya astarlarda yerel veya buluntu malzemelerin kullanılmasına olanak sağlamasıdır. Çoğu zaman en umutsuz malzemeler, pişme sonrası hiç beklenmedik şekilde görsel açıdan etkileyici ve kaliteli yüzeyler oluşturabilirler. Porselen, sağlık gereçleri, kaplama malzemeleri gibi endüstriyel ve özellikle sanatsal seramik ürünlerin üretimlerinde kullanılan sır, çamur, astar veya seramik renklendiricilerin reçete bileşimlerinde geleneksel seramik hammaddeleri dışında farklı kaynaklardan da yararlanılabilir.

Endüstriyel üretimde; Hangi tip seramik ürün üretilirse üretilsin, hammaddelerin belirli standartlara uygun olması gerekir. Yani hammadde; fiziksel, kimyasal, mineralojik ve reolojik özellikler açısından standartlarını korumalıdır. Ancak, doğadan doğrudan elde edilen hammaddelerde malzeme karakteristikleri açısından her türlü değişimin olabileceği gerçeği her zaman vardır. Endüstriyel üretimin dışında, sanatsal üretimlerde ve bireysel çalışmalarda ise hammaddelerdeki bu değişkenlik çok fazla sorun olmayabilir. Hammaddedeki kimyasal ve fiziksel farklılıklar (hammaddedeki alkali oksit, silisyum dioksit, alüminyum oksit ve diğer oksitlerin miktarları pişme rengi, şekillendirme yöntemlerine uygunlukları) üretilen formlarda çamur, sır ve astar bünyeleri açısından görsel zenginlikler, farklılıklar oluşturulabilir. Bu nedenle; bitki külleri, volkanik küller, trakit, arduvaz, pomza, bazalt, andezit, perlit, granit vb. kayalar veya bu kayaların işlem sonu atıkları, fabrikaların üretimleri sonunda ortaya çıkan katı atıklar (uçucu küller, cüruflar, kırmızı çamurlar vb.) özellikle artistik seramik alanında sanatçıların formda meydana getirdikleri farklı görsel etkiler nedeniyle tercih ettiği alternatif hammadde kaynaklarındandır.

Seydişehir alüminyum tesisleri üretim sonu katı atığı kırmızı çamur pigment üretiminde alternatif hammadde kaynağı olarak kullanılmış, üretilen pigmentlerin renk efektlerini ve yüzey dokusunu zenginleştirerek (Görsel 1.1) şeffaf stoneware sırlarında rahatlıkla kullanılabilen sonucuna varılmıştır (Çakı, Karasu ve Kaya, 2007, s. 1784-1787).



**Görsel 1.1.** Seydişehir alüminyum tesisleri üretim sonu katı atığı kırmızı çamur ile üretilen pigmentlerin saydam stoneware sıradaki renk ve doku etkileri

Pişmiş kiremit atıklarının özsüz hammadde olarak, döküm yöntemi ile şekillendirilebilen stoneware bünyelerin üretiminde kullanılabilirliği incelenmiş, bu atıkların stoneware bünyelerde alternatif hammadde olarak değerlendirilebileceği (Görsel 1.2) belirlenmiştir (Çakı vd., 2008).



**Görsel 1.2.** Pişmiş kiremit atığı içeren döküm çamurlarıyla üretilmiş sırlı ve sırsız stoneware formlar

Ekonomi için 'bulunmuş' malzemeleri kullanmanın en önemli avantajı bu malzemelerin genellikle ucuz ve bazen ücretsiz olmasıdır. Arduvaz, granit ve diğer magmatik kayaçların hepsi mükemmel sırlar yapabilir. Sırlarda doğal malzemeler kullanmanın çekici bir yönü, bazı reçetelerin son derece basit olabilmesidir. Genellikle tek bir malzemedен oluşur. Altı bin yıldan daha uzun bir süre önce Irak'ta seramik sırlarının başlangıcından beri uygulanan bu ilkenin bir örneği, seramik bir bünyeye düşük derecede eriyen bir malzeme ilave etmektir. Bu bir seramik eritkenin, silika ve alümina içeriğinden kararlı bir sır oluşturmak için bir kilin veya başka bir seramik malzemenin yüzeyini çözebilmesinin yoludur. Bu süreçte akışkanlaştırıcı, kararlı bir camsı yüzey

oluşuncaya kadar kilin yüzeyindeki silika, alüminayı (ve bazen de magnezya) çözmeye devam eder (Sutherland, 2005, s. 3-4).

Kubat (2014), volkanik kökenli bir kayaç olan Isparta Gönen trakitinin plastik ve döküm yöntemiyle şekillendirmeye uygun seramik çamurlarının üretiminde kullanılabilirliğini araştırmıştır. Elde edilen sonuçlar; trakitin stoneware çamur reçetelerinde %30-55 arasındaki oranlarda kullanılabileceğini ve özellikle sanatsal seramik üretimlerinde görsel olarak etkili olabilen alternatif hammadde kapsamında yer alabileceğini göstermektedir.



**Görsel 1.3.** Isparta Gönen trakiti içeren bünye- Leyla Kubat, “Form 16” 18x12x2, 118 °C, 2014

Andezit (Ergun, 2009), Bazalt tüfü (Çetin, Kılınç, 2004), pomza (Tusun, 2011; Göksel, 2021), metamorfik bir kayaç olan, arduvaz, kayrak taşı, kayağan taşı olarak da bilinen sleyt tabakalarının işlem sonu atıkları (Aydoğdu, Çakı, 2015), Mermer kesim atıkları (Yeşilay, 2018; Kayacı vd. 2009), Kromit cevheri atığı (Mirdalı, 2016), Nevşehir Yöresi Volkanik Tüflerden Üretilen Kesme Taş Atıkları (Umar, 2018), gibi doğal hammaddeler ve bunların farklı alanlarda kullanımı ile ilgili üretimleri sonunda ortaya çıkan atıkları seramik çamur, sır veya pigment üretimlerinde alternatif hammadde olarak değerlendirilmek üzere araştırılmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

## İKİNCİ BÖLÜM

### 2. VOLKANİK TÜFLER VE ÇAN TAŞI

#### 2.1. Volkanik Tüfler, Tanım, Oluşum ve Sınıflandırma

Doğal taş olarak bilinen Volkanik tüfler jeolojik açıdan bakıldığında Volkanik kayaç grubunda yer alır. Volkanik kayaçların yaşamın başlangıcından itibaren önemli bir yere sahip olduğu bilinmektedir. Antik kültürden, modern döneme kadar tüm dünyada anıtsal sanat eserlerinin ve heykellerin yaratılmasında ve binaların yapımında bu kayaç türü kullanılmıştır. Kolay bulunabilmesi (tüf kayaçları birçok yerde ve tüm jeolojik zamanlarda mevcuttur), kullanılabilirlik, iyi işlenebilirlik (bu kayaçların bazıları ve özellikle tüfler nispeten yumuşaktır ve üzerinde çalışılması kolaydır), mükemmel estetik değişkenlik tüf kayaları çok çeşitli renklerde, bileşimde, tane boyutunda, sıralamada ve dokuda bulunur, bu da bu kayaçları inşaat ve sanat eserleri için çok çekici kılar. (Görsel 2.1, Görsel 2.2).



**Görsel 2.1.** Volkanik tüflerin kullanıldığı yapı örnekleri (Meksika) (Pötl vd., 2022, s. 2)



**Görsel 2.2.** Duvar süsü amacıyla kullanılan tüf taşı heykeller (<http-1>)

Tüf, volkanik patlamaların ürünlerinden oluşan magmatik bir kayadır. Bu püskürmelerde volkan, ağzından kaya, kül, magma ve diğer malzemeleri püskürtür. Bu püskürme havada dolaşır ve volkanı çevreleyen alanda Dünya'ya geri döner. Fırlatılan malzeme sıkıştırılır ve bir kayaya yapıştırılırsa, o kayaya "tüf" adı verilir.

Volkanik tüfler, genellikle volkanik toz veya külün litifikasyonu ve sementasyonu ile oluşan nispeten yumuşak ve gözenekli taşlar olarak tanımlanır. Tüf camdan oluştuğunda, mevcut bir taştan veya kristalin granüllerden oluştuğunda tüf vitrik, litik veya kristalli olarak sınıflandırılır. Farklı doku ve kimyasal ve mineral bileşim gösterirler. Belirli bir yaş aralığına göre belirlenmezler. Bunun yerine, jeolojik zaman ölçeği boyunca yayılırlar. Amerikan Jeoloji Enstitüsü'ne göre tüf tanımı, "sıkıştırılmış volkanik parçalardan oluşan, genellikle 4 mm'den küçük bir kayadır. Bununla birlikte, pratikte tüf terimi, yüksek silisli magmaların volkanik püskürmelerinden kaynaklanan çeşitli yataklar için geçerlidir. Bu birikintiler baskın olarak hava-düşen veya kül-akışlı tüfler olarak adlandırılır. Volkanik tüfler, volkanik patlamalar sırasında salınan malzemedan oluşan bir magmatik kaya türüdür. Bu püskürmelerde, volkanik malzeme parçaları yanardağdan patlatılır, havada itilir ve daha sonra çevredeki alanda birikerek katı hale gelirler. Tüf esas olarak volkanik külden oluşur. Havalandırmaya daha yakın olan tüf, kül matrisinde

volkandan atılan daha büyük malzeme blokları içerecektir. Havalandırmanın ötesinde, tuf birikintilerinin yalnızca rüzgarla taşınan ince volkanik kül parçacıklarından oluşması daha olasıdır (Asniar, Purwana and Surjandari, 2019, s. 1-2).

Volkanik tüfler;

“Yanardağların püskürttüğü kül, kum ve lav parçacıklarından oluşan, çoğunlukla açık renkli, hafif gözenekli bir tür çökelti taşı özelliği gösteren, tabakalaşan ve bazı durumlarda tabakalaşma karakteri göstermeyen kayaçlardır. Bunlar yanar dağ lavlarının (küllerinin) yine volkanik diğer kalıntılarla birlikte katılması ya da yığılıp sıkışmasıyla oluşan yeğni, gözenekli kayaç özellikleri gösteren yapılardır. Aktif volkan püskürmesi ile büyük lav parçalarının kraterden fırladıktan sonra havada farklı eksenleri etrafında dönerek katılması ile oluşan kayaçlardır.” (Bayırlı ve Pekin, 2013, s. 67).

Uluslararası Jeoloji Bilimleri Birliği (IUGS), tüfleri en az %75 volkanik kül <2 mm'den oluşan volkaniklastik kayaçlar olarak tanımlar. Bununla birlikte, yaygın olarak kabul edilen tuf terimi, herhangi bir boyutta >%75 piroklast içeren herhangi bir volkaniklastik kayayı tanımlamak için toplu bir terim olarak kullanılır. Piroklast terimi, doğrudan volkanik aktivitenin bir sonucu olarak üretilen herhangi bir parçayı ifade eder. Volkanik tüfler, piroklastik içeriğin türü ve miktarına veya kaynaklanma derecelerine bağlı olarak çok çeşitli dokulara sahip olabilir. Genellikle volkanik tuf, yüksek oranda silikadan ( $\text{SiO}_2$ ) oluşur ve matrisin büyük bir kısmı volkanik camdan oluşur. Tüflerin ana bileşenleri genellikle, şiddetli volkanik patlamalar tarafından fırlatılan ve biriktirilen ve daha sonra sıkıştırılan ve farklı derecelerde birbirine kaynaklanan kaya parçaları, kül parçacıkları ve cüruflardır. Kuvars, plajiyoklaz, potasyum feldspatlar ve mika gibi mineraller tüflerde sıklıkla bulunur (Pöztl vd., 2022, s. 1-2).



**Görsel 2.3.** Volkanik tuf yüzeyinin genel görüntüsü (Bayırlı ve Pekin, 2013)

## 2.2. Riyolit ve Riyolitik Tüfler

Volkanik patlamalardan çıkan kül ve diğer tortular gibi ürünlerinden oluşan yumuşak, gözenekli oluşan magmatik kayalardan olan tüfler oluşumlarına ve bileşimlerine göre; riyolitik, ultramafik, andezitik, bazaltik, trakit ve kaynaklı tuf olmak üzere farklı şekillerde tanımlanmaktadır.

Riyolit: Mikrokristalin veya camsı bir hamur içinde genellikle küçük plajiyoklaz ve biyotit içeren kuvars ve alkali feldspat fenokristallerinden oluşan ve granitin kimyasal bileşimine sahip silisik volkanik kayalar için ortak bir terimdir. Adını Alman jeolog Ferdinand von Richthofen'den almıştır. Riyolit (Rhyolite) kelimesi Yunanca rhyax (akıntı) kelimesi ve "-ite" (kaya) sonekinden gelmektedir. Kayacın yapısı, oluştuğu andaki soğuma hızına bağlıdır. Soğutma işlemi yavaşsa, kayaç çoğunlukla büyük, tek fenokristallerden ya da mikrokristalin veya hatta cam matristen oluşabilir. Fenokristaller tipik olarak kuvars, biyotit, hornblend, piroksen, feldspat veya amfibol içerir. Öte yandan, hızlı bir soğutma işlemi pomza, perlit, obsidyen ve zift taşı içeren camsı riyolitler üretir. Patlayıcı püskürmeler tuf, tephra ve ignimbrit üretebilir. Riyolit eriyiklerinde bulunan daha yüksek SiO<sub>2</sub> seviyesi, bunların daha düşük erime sıcaklıkları ile, bu tür eriyiklerin viskozitesini, özellikle kristalleşme patlamadan önce ileri bir dereceye ilerlediğinde artırır. Bu faktörler nedeniyle riyolit lavları, doğrudan volkanik menfezin üzerine inşa edilmiş kalın kubbeler halinde patlar (http-2).

Tuf genel olarak içinde bulunduğu volkanik kayaların doğasına göre sınıflandırılır. Riyolit tüfleri pomza, camsı parçalar ve kuvars, alkali feldspat, biyotit vb. içeren küçük cürufur içerir. Kırık pomza temiz ve izotropiktir ve çok küçük parçacıkların genellikle hilal şeklinde, orak şeklinde veya çift içbükey dış hatları vardır, bu da bunların bazen kül yapısı olarak tanımlanan veziküler bir camın parçalanmasıyla üretildiğini gösterir (http-3). Riyolit tüfler uzun yıllardır kolay bulunabilir olması sebebiyle ve dekoratif bir malzemelerden sayıldığı için ev, otel, cami gibi mimari yapıların tasarımında kaplama ve yapı malzemesi olarak kullanılmaktadır.

## 2.3. Volkanik Tüflerin Seramik Bünyelerde Kullanımı

Volkanik Tüfler genel olarak volkanik küllerin veya tozların sıkışması ile oluşan yumuşak kayalardır. Birçok dönemde volkanik patlamalar olduğu yapılan araştırmalarla bilinmektedir. Fakat ilk patlamanın ne zaman olduğuyla ilgili tam bir tarih belirlenmesi mümkün değildir. Bu nedenle tüflerin yaşı Prekambriyen 'den Yakın Çağ'a kadar

değişmektedir. Tüflerin en eski zamandan beri birinci ekonomik değeri inşaat ve yapı malzemesi olarak kullanılmasıdır. Bunun yanı sıra tarihe bakıldığında tüf çeşitlerinin kolay işlenebilir olmasından dolayı sanat alanında da kullanıldığı bilinmektedir.



**Görsel 2.4.** *Kültür: Mimbres. Ayakta Duran Figür, M.Ö. 1100-1000 Taş (volkanik tüf), pigment, 3 1/2 x 1 1/2 x 1 inç (8,9 x 3,8 x 2,5 cm). Brooklyn Müzesi (http-4)*

Yerkabuğunda yer alan kayalar zamanın başlangıcından beri önemli bir doğal materyal olmuştur. Kullanımları, antik kültürlerdeki anıtsal heykellerden dünyanın her yerindeki son modern binalara kadar çeşitlilik göstermektedir. Yaşamın sürekliliği için hammaddeye gereksinim vardır ve dünyada çeşitli sektörlerde kullanılan tüm hammaddelerin çoğu mineral veya kayaç kökenlidir ve bunlara olan talep her geçen gün artmaktadır. Hammadde yataklarının bulunması, araştırılması, kaynak ve kalite potansiyellerinin ortaya çıkarılması gereklidir. İnşaat, metalürji, kimya, seramik vb. pek çok mühendislik alanını ilgilendiren teknik işler; yol, tünel, köprü, baraj, bina, anıt, sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel anlamda akla gelebilecek her şeyin kaynağının kayalar ve mineraller olduğunu ifade edebiliriz.

Teknolojik süreç ve ekonominin ihtiyaçları kayacın ya da mineralin hammadde olup olmadığına ve ne zaman hammadde haline geldiğine bağlıdır. Örneğin, yol yapımı için mineral hammadde, taş ocağından geri kazanılan taş ve taş yapıların inşası veya cilalı levhaya dönüştürülmesi için kaya kütesinden kırılan taş bloklardır. Kayaç boksit, alüminyum, demir için hematit ve porselen için kaolin elde etmek için mineral hammadde. Daha az saf kil, seramik üretimi için mineral hammadde ve kiremit veya

tuğla üretimi için saf olmayan kildir. Cevher yatakları, farklı jeolojik süreçlerle yerkabuğunda oluşur ve teknolojik olarak çıkarılması mümkün ve ekonomik olarak elde edilmesi karlı olan miktarlarda mineral veya cevher biriktirir. Bu durumda maden kaynağı, maden veya cevher rezervi haline gelir (Haldar ve Tısljar, 2014, s. 1-5).

Sanat, mimari ve yapı sektörü dışında farklı özelliklerdeki volkanik tüflerin endüstriyel açıdan kullanılabilirliği ile ilgili araştırmalar yapılmaktadır.

Özkan vd. (2009) Alaçatı (Çeşme) Tüfünün yer karosu üretiminde hammadde olarak mikroyapı ve fiziksel özelliklerine etkisini araştırmışlar, %10 oranında yer karosu bünyesinin su emme ve boyutsal değişim özelliklerini olumlu yönde etkilediğini belirlemişlerdir (Özkan vd., 2009, s. 189-195).

Tüflerin yapı malzemelerinde bağlayıcı veya agrega olarak kullanımı son yıllarda birçok araştırmacı tarafından araştırılmıştır.

Cobîrzan vd. (2021) pişmiş kil tuğlalar için ikincil bir hammadde olarak tüf kullanarak yenilikçi bir üretim tekniğini incelemişlerdir. Tüfün kil karışımlarındaki varlığının, pişirme işlemi sırasında ürünün boyutsal değişimini önemli ölçüde azalttığını ve üretilen numunelerin mükemmel kalitede olduğunu göstermektedir. Çalışmada, tüfün %30'a varan oranlarda pişmiş kil tuğla imalatında ikincil bir hammadde olarak başarıyla kullanılabilceği, dolayısıyla döngüsel ekonomiye ve sıfır atık hedefine katkıda bulunabileceğini gösterdiği ifade edilmektedir (Cobîrzan vd., 2021, s. 1-14).

Volkanik tüfler ile ilgili özellikle geleneksel seramik ürünlerin bileşimlerinde ikincil hammadde olarak kullanımına yönelik araştırmalar yapılmaktadır.

Ergul vd., (2009); Güney Anadolu'dan alınan bir alkali-olivin bazaltik tüfünün karakterizasyonunu yaparak, sinterleme ve kristalizasyon teknikleriyle seramik ve cam-seramik malzemelerin sentezinde kullanmışlardır. %50 bazaltik tüf içeren seramik bünye, 1150°C'de %4 su emme ile elde edilmiştir. Araştırma, yüksek gözeneklilik ve düşük kristallilik nedeniyle alkali tüflerin seramik uygulaması için uygun bir hammadde olabileceğini göstermiştir (Ergul vd., 2009, s. 2789–2795).

Levitskii vd. (2013); bazalt ve bazaltik tüfünü karşılaştırmalı olarak ikincil bileşen olarak kullanmışlardır. Alkali metal oksitler ve demirin yüksek içeriği ve ince bir şekilde dağılmış (tüfler) nedeniyle sinterleme sürecini yoğunlaştıran seramik bünyelerin bir bileşeni olarak kullanmanın uygunluğunu ortaya koymuşlardır. Tüf kullanılan karo örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri, yapı ve faz bileşimleri tanımlanmıştır. Tüf ilavesiyle karoların mekanik mukavemetini arttırmak, mukavemet için ek bir numune

kaynağı sağladığından, üretim sırasında tahrip olmalarını önlediğinden, malzeme kapasitesinin azaltılması sorununun çözülmesine katkıda bulunmaktadır (Levitskii, 2013, s. 707 – 713).

Serra vd. (2015), volkanik külün kil bazlı seramik malzemelerin imalatında feldspatin yerini alacak ergitici-akışkanlaştırıcı (flux) fraksiyonu olarak uygulanabilirliği üzerinde çalışmışlar, volkanik kül katkısıyla üretilen malzemelerin mekanik özellikleri değerlendirmişlerdir (Serra vd., 2015, s. 6169–6177).

Umar (2018), Nevşehir bölgesi volkanik tüflerinden kesme taş üretimi yapılması esnasında ortaya çıkan tüf atıklarının seramik sırlarında kullanılabilme olanaklarını araştırmış, farklı çamur bünyeler üzerine uygulayarak değerlendirmiştir.

#### **2.4. Çan Taşı Tanım, Üretim ve Kullanım Alanları**

Doğal taş, taş veya kayaç kavramları birden fazla mineralin doğal katı oluşumlarıdır ve uygarlık boyunca insanlığın kültürel ve teknik gelişimi üzerinde muazzam bir etkiye sahip olmuşlardır. Ağırlıklı olarak kullanıldıkları antik çağlara kadar uzanan uzun bir geçmişe sahiptir.

Taş, İnsan yaşamında barınmadan korunmaya, duygularını, mesajlarını geleceğe aktarmadan, sonsuz yolculuğunda bedenini emanet etmeye kadar sağlamlığın, sonsuzluğun, güvenin simgesi olarak tarihsel çağlar boyunca insanla bütünleşen bir malzemedir. Eski Mısırlılar Aswan granitlerini, Urartular volkanik tüfleri, Hititliler bazalt taşlarını ve Helenistik dönem uygarlıkları mermerleri yoğun olarak kullanmışlardır. Bu antik uygulamalarda taşın kaynağından yapının yerine malzeme taşınmasının kolaylığı ve ekonomik oluşunun etkisi belirgindir ancak görsel etkide sınırlı kalındığında, çeşitlilik ve zenginlik arandığında uzak yörelerden ve ülkelerden de taşların getirildiği bilinmektedir (Karahana, 2018, s. 2).

Türkiye, doğal taşlar, kayaçlar açısından zengin bir çeşitliliğe sahiptir. İnşaat, mimari, sanat ve farklı sanayi alanlarında, farklı ürün veya üretim yelpazesi içinde kayaçlar veya doğal taşlar önemli yer tutmaktadır. Bunlar arasında yer alan Çan taşının oluşumu, özellikleri, üretimi ve kullanım alanlarına yönelik olarak literatürde; Akdaş vd., (2001), Tekin, (2009), Türkdönmez ve Bozcu, (2012) ve Erenoğlu, (2017), tarafından yapılan araştırmalarda; “Çanakkale- Çan bölgesini içine alan Biga yarımadası içinde yer alan, Çan taşı, rainbow stone veya “desenli yapıtaşı” olarak bilinen riyolitik tüflerin, Biga Yarımadası’ndaki Geç Oligosen - Erken Miyosen döneminde gerçekleşen volkanik aktivitenin piroklastik ürünleri olarak gözlendiği, üretimin yapıldığı alanlarda jeolojik olarak tersiyer volkanizmaya bağlı Neojen yaşlı tüf türü volkanik kayaçların

yüzeylendiği, Çan taşının bu tüflerin fizikokimyasal değişimi ile meydana geldiğini belirtmektedirler. Bu değişimlerin jeolojik süreç içinde tekrarlanması ve kayaçtaki pirit mevcudiyeti demir oksitli haleler oluşturarak renkli bir yüzey dokusu ortaya çıkarmıştır (Akdaş vd., 2001 s. 153; Tekin, 2009, s. 38; Türkdönmez ve Bozcu, 2012; Erenoğlu, 2017).

Çan taşının diğer kayaçlardan daha farklı, görsel olarak güzel bir yüzey görüntüsü vardır (Görsel 2.5). Genellikle beyaz ve bejden, sarı, krem, kırmızımsı ve kahverengi renklere doğru değişen tonlarda bulunur.



**Görsel 2.5.** Çan taşı Riyolitik tüfü (Tekin, 2009, s. 39)

Çan taşları üzerinde gerçekleştirilen petrografik çalışmalar bu kayaların riyolitik bileşimli, kristalen ve vitrik tüflerden oluştuğunu göstermiştir. Bu kayaların başlıca mineralleri; kuvars, sanidin, albit, pirit, kaolinit, alunit, tridimit, çok nadir olarak da mafik (biotit, amfibol) minerallerdir. Çan taşlarının en önemli özelliği demir oksit izlerinin kayaç üzerinde farklı renk ve desenler oluşturmasıdır. Bunun ana kaynağının bileşimindeki pirit minerallerinden ileri geldiği düşünölmektedir. Kayanın içindeki pirit mineralleri muhtemelen bölgedeki fay ve çatlaklı zonlardan yüzeye çıkan CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S ve H<sub>2</sub>O vb. gazların etkisiyle fiziko-kimyasal değişime uğramışlardır. Bunun neticesinde demir oksitleşme gerçekleşmiş ve her yeni gaz gelimiyle tüfler üzerindeki haleler ve desenler sırasıyla oluşmuş olmalıdır. Ayrıca yapılan mineralojik gözlemler sonucunda demirli alterasyonun az olduğu örneklerde pirit mineralleri kristaller halinde gözlenirken, ileri alterasyonlu örneklerde piritler frambolitler şeklinde gözlenmektedir. Bu da Çan taşları desenlerinin oluşumunun pirit minerallerinden ileri geldiğini desteklemektedir (Erenoğlu, 2017, s. 447).

Çan taşı, farklı renk tonlarını bünyesinde barındıran taş eşsiz bir görünüme sahiptir. Çan taşı desenleri, dokusu ve yapısı gereği diğer tüflere göre daha homojendir. Doğal taş,

farklı aletler, nesnelere ve heykellerin yapılmaya başladığı geçmiş dönemlerde kullanılmaya başlanmış, zamanla yapılardan başlayarak iç ve dış mekanlarda fonksiyonel ve dekoratif amaçlı kullanımlar için temel unsur olarak daha önemli hale gelmiştir. Tekin (2009) çalışmasında; Çan volkanitlerinin yüzeysel volkanik kayalar olduğu için mostralardan kolaylıkla saptanabildiğini, taşın bulunduğu sahalarda delme-patlatma olarak bilinen yöntemin tercih edildiğini, ürün kapasitesinin fazla olması yerine esas olarak çıkarılan taşların sağlam ve hatasız olmasının istendiğini belirtmektedir (Tekin, 2009, s. 56-65).

Açık ocaklardan üretilen tüvenan üründe renkli desenli kısımlar ile renksiz silis içeriği yüksek olan kısımlar iç içe olduğundan triyajla bol silisli ve renksiz kısımlar ayrılmaktadır. Bu ayırma işlemi sonucu desenli yapı özelliği olmayan ve silis içeriği yüksek olan üretimin yaklaşık %50'lik kısmı pasa sahasına verilmektedir. Desenli- renkli şekilsiz bloklar, 50 cm'den büyük ve küçük olan bloklar şeklinde iki ayrı alanda stoklanmaktadır. Ocaklarda stok sahasında biriktirilen desenli ve renkli şekilsiz bloklar, tesis ve atölyelere gönderilmektedir (Tekin, 2009, s. 66).



(a)

(b)

**Görsel 2.6.** Ocaktan çıkarılan (a) 50 cm'den küçük, (b) 50 cm'den büyük Çan taşları (Tekin 2009, s. 66-67)

Çanakkale ili Çan ilçesinde faaliyet gösteren özel bir firmaya ait ocaktan çıkarılan Çan taşı kütlelerinden kaplama malzemeleri, vazo, küllük, kalemlik vb. süs eşyaları üretmek için çeşitli işlemler yapılmaktadır. Taşın çıkarılmasından mevcut tesislerde kesilmesi, işlenmesi ve nihai ürünün ortaya çıkmasına kadar geçen süreç içinde kayıp olarak tanımlanan atıklar ortaya çıkmaktadır. Tekin (2009), bu aşamalarda ortaya çıkan kayıpları çalışmasında detaylı olarak tanımlamıştır.

Ocaklardan patlatma yöntemiyle çıkarılan büyük kaya parçaları işletme sahasına getirilir. Burada hasar tespiti yapılır hasarsız büyük bloklar plaka kesim ve blok kesim için ayrılır.



**Görsel 2.7.** Ocaktan çıkarılan Çan taşı bloklarının plaka ve blok kesim için ayrılması işlemi (Özkul, 2022)

Hasarlı kullanıma uygun olmayan ve renksiz kısımların çoğunlukta olduğu parçalar balyozla kırılarak parçalara ayrılır bu parçalardan 5-8 ve 8-10 cm arasındaki parçalar tamburlama işlemi için ayrılır (Görsel 2.8). Üretim planı belirlendikten sonra balyozlama

işleminin yapıldığı alanda kalan çakıl olarak isimlendirilen küçük kayaç parçaları atık olarak kalır. Atık denilen bu kısmın kullanım alanı yoktur, üzerine hep yeni parçalar gelerek toprak zeminde birikir ve zamanla un ufak olarak toprakla bütünleşir. Bu çalışmada kullanılan çakıl atığı büyük parçalar işlenmek için atölyelere gönderildikten sonra sahada kalan artık parçalardan alınmıştır.



**Görsel 2.8.** Tamburlama işlemi (Özkul, 2022)

Plaka kesme, blok kesme gibi testereyle veya tamburla yapılan işlemler sonucu ortaya kesme tozları çıkar. Bu tozların havaya karışmaması için bu işlemler sulu kesme olarak yapılır ve çıkan tozlar su ile çökeltme havuzlarında birikir (Görsel 2.9). Havuz atıkları diye adlandırılan atık türünün geriye kazanımı mümkün değildir ve kullanım alanı bulunmamaktadır. Havuzlar dolduğunda suyu boşaltılır ve çıkan balçık kamyonlarla alınır ocak sahasının etrafına dökülür. Bu çalışmada kullanılan ikinci tip atık olan havuz atığı işletme sahasında havuzdan sızarak kuruyan parçalardan alınmıştır.



**Görsel 2.9.** *Toz atıkların biriktiği havuzlar (Özkul, 2021)*

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### 3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

#### 3.1. Kullanılan Hammaddeler ve Özellikleri

İç ve dış mekanlarda kaplama malzemesi olarak kullanılan, doğal görünümünün desenli olması nedeniyle desenli yapı taşı olarak da tanımlanan Çan taşı ocakları Türkiye’de Çanakkale ili, Çan ilçesinde bulunmaktadır.



**Görsel 3.1.** Çan taşı Ocağı (Tekin, 2009, s. 58)

Bu çalışmada 1160-1200 °C sıcaklıklarda gelişen stoneware sırlarında alternatif sır bileşeni olarak Çanakkale-Çan ilçesinde çıkartılan Çan taşının iki farklı atığı kullanılmıştır. Bu atıklardan birincisi balyozlama işlemi sırasında şekilsiz bloklardan maksimum düzeyde işe yarayacak parçalar elde etmeye çalışılırken ortaya çıkan küçük boyuttaki parçalardır (Görsel 3.2). Bu atıklar, ürünlerin el aletleri veya makine-teçhizat ile yontulması esnasında ortaya çıkan ekonomik değeri bulunmayan küçük parçalardır. Madenden çıkarılan taş ocağa getirilir ve taşın kalitesine göre üretim alanı belirlenir. En kaliteli taşlar ise plaka kesme işlemi için ayrılır, çatlaklı, çatlamaya elverişli ve boyutları değişken bloklar küçültülür bu küçültme esnasında toprağın üzerinde altta kalan küçük parçalar atık olarak ayrılır.



**Görsel 3.2.** *Çan taşı çakıl atığı (Özkul, 2021)*

Bu atıkların kullanım alanı bulunmamaktadır. Taş ocağı çok büyük bir alan olmadığı için çıkan tüm atıkların işletme alanında biriktirilmesi mümkün değildir bu sebeple biriken atıkların bir kısmı yol çalışmalarında yola beton dökülmeden önce kazaları engellemek için çakıl olarak dökülmektedir. Bu çalışmada kullanılan çakıl formundaki atık (Ç) harfiyle kodlanmıştır.

Sır reçeteleri içinde hammadde bileşeni olarak kullanılan ikinci atık ise kesme işleminin farklı testere kalınlıkları ile yapılmasından dolayı oluşan ve havuzlarda çöktürülüp açık alanlarda biriktirilen toz atıklardır. (Görsel 3.3). Çalışmada bu atık (H) harfiyle kodlanmıştır.



**Görsel 3.3.** Çan taşı havuz atığı, (Özkul, 2021)

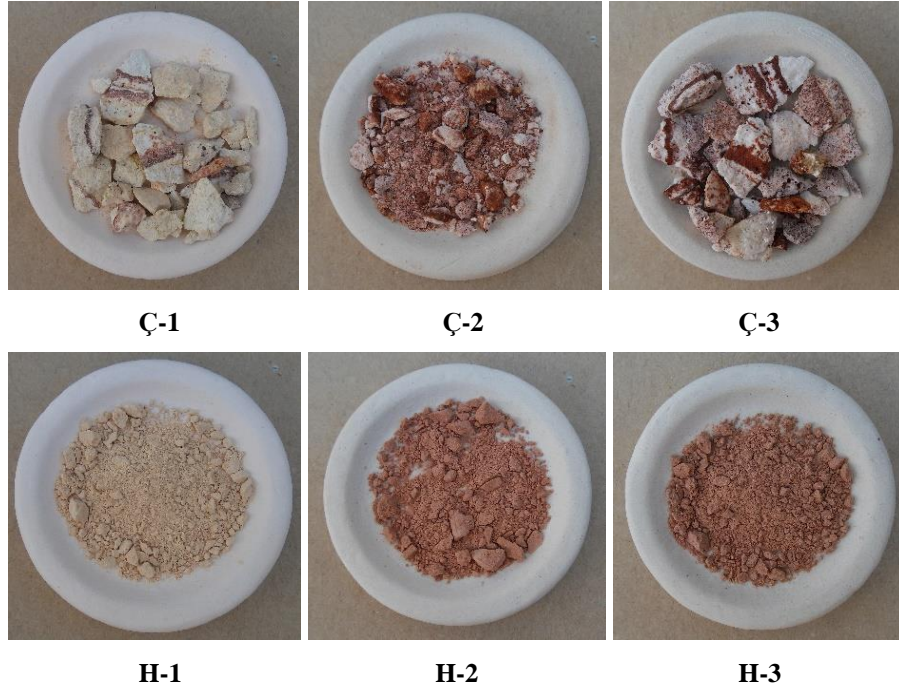
Sır reçetelerinin hazırlanmasında Çan taşı üretim atıkları dışında; üleksit, potasyum feldspat, sodyum feldspat, kuvars ve kırmızı kil kullanılmıştır. Sır bileşimlerinin hazırlanmasında oluşturulmak istenen sırn özelliklerine bağlı olarak farklı yöntemler kullanılmıştır. Sır bileşimlerinde yer alan hammaddelerin kimyasal analizleri Tablo 3.1’da verilmiştir.

**Tablo 3.1.** Sır reçetelerinde kullanılan Çan taşı atıkları ve diğer hammaddelerin kimyasal analizleri (%)

Hammadde	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	*A.K.
Çan Taşı-Çakıl Atığı	69,34	15,88	2,84	0,26	-	1,19	5,59	0,26	-	4,22
Çan Taşı Havuz Atığı	73,27	14,37	1,82	0,18	-	0,80	4,87	0,26	-	-
Üleksit	3,25	0,70	0,1	22,65	1,82	5,44	-	-	38,21	27,62
Kırmızı Çamur	61,22	17,99	7,28	1,22	1,61	0,77	2,51	1,10	-	5,86
Potasyum feldspat	66,85	17,80	0,16	0,31	0,15	2,73	11,27	-	-	0,65
Sodyum Feldspat	69,94	18,05	0,14	0,61	0,18	10,07	0,21	0,16	-	0,45
Kuvars	96,29	1,54	0,16	0,18	0,19	0,96	0,16	-	-	0,37
Mask 5 kil	50,04	33,99	1,49	0,36	0,22	-	0,44	0,51	-	12,77

\*A.K.: Ateş Kaybı

Sır araştırmalarına başlamadan önce an taşı çakıl ve havuz atıkları, doğal ve pişme sonrasındaki renklerinin belirlenmesi amacıyla iki farklı çalışma sıcaklığında (1160-1200 °C) pişirilmiştir (Görsel 3.4).



**Görsel 3.4.** an taşı çakıl () ve havuz (H) atıklarının doğal (1), 1160 °C (2) ve 1200 °C (3) sıcaklıklardaki pişirim sonuçları

an taşı çakıl atığı pişirim öncesi açık krem rengindedir. 1160 °C’de kızıl kahvemsi bir renk aldığı gözlenmiştir. 1200 °C’de çakıl atığında, oluşumu gereği bünyesinde bulunan renkli katmanlarının belirginleştiği ve mermer görünüm kazandığı gözlenmiştir. Aynı sıcaklıklarda havuz atığı açık kiremit rengine doğru değişmiştir.

### 3.2. an Taşı Üretim Atıklarının İkili Sır Sisteminde Kullanımı

İkili sır sistemi literatürde “Line blend” olarak tanımlanmaktadır. İki farklı malzemenin farklı varyasyonlarını elde etmek için kullanılır. Bu yöntemde; bir malzemenin miktarı artırılırken diğerinin miktarı azaltılarak reçeteler hazırlanır. Genellikle %10’luk veya %5’lik aralıklarla artırılarak veya azaltılarak yapılır; İki malzemenin toplamı her zaman 100’e kadar olmalıdır. Aslında, malzemelerin 100’den sıfıra ve sıfırdan 100’e nasıl bir araya geldiğine dair, sırn kullanılan hammaddelerin oranlarına göre nasıl değiştiğini gösteren kullanışlı bir sistemdir. Tüm sıcaklık

aralıklarında çok çeşitli güzel sırlar, sadece farklı özellikteki iki malzemeyi birleştirme meselesidir (Hopper, 2001, s. 92).

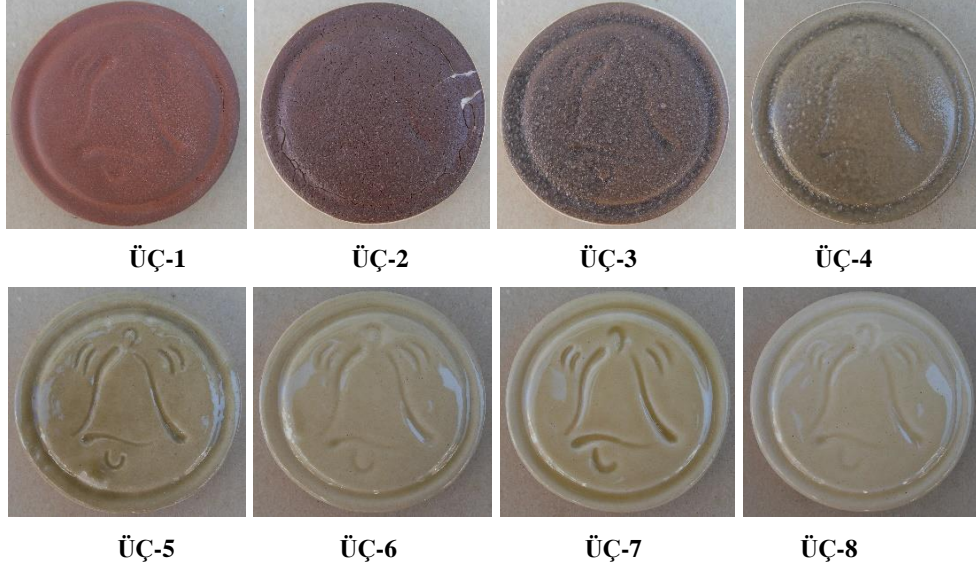
Çan taşı atığı ve bir ergitici hammadde ile ikili sır reçetesi oluşturmanın amacı az sayıda ergitici hammadde ile istenilen renk, doku ve camlaşma özelliğine sahip bünyeler oluşturmaktır. İkili sistemde Çan taşı atığı üleksit ile hazırlanan reçetelerde kullanılmıştır. Üretilen sırlar 1160 °C ve 1200 °C sıcaklıklarda pişirilmiştir. Yüksek sıcaklıklarda üleksitten kaynaklanabilecek akışkanlıkları engellemek için üleksit oranları %35 ile sınırlandırılmıştır. Her iki atık kullanımında da atık türü ve sıcaklığa bağlı olarak oluşabilecek farklılıkları gözlemleyebilmek için üleksit oranları aynı şekilde kullanılmıştır.

### 3.2.1. Üleksit-Çan taşı çakıl atığı sır sistemi

Çan taşı çakıl atığı ikili sistemde %5-35 arasında değişen miktarlarda kullanılmıştır (Tablo 3.2). Üretilen sırlar; 1160 °C ve 1200 °C olmak üzere iki farklı sıcaklıkta pişirilmiştir. Atığın miktarına bağlı olarak koyu kahverengiden sütlü kahverengiye doğru açılan ve saydam sır rengine sahip değişen yüzeyler elde edilmiştir (Görsel 3.5- Görsel 3.6).

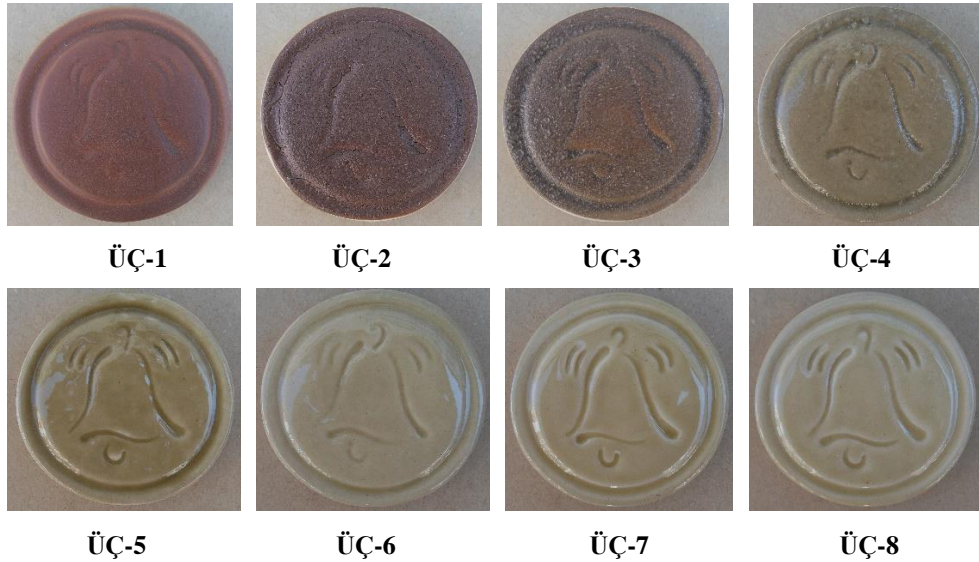
**Tablo 3.2.** Üleksit ve Çan taşı çakıl atığı karışımları

Hammadde	ÜÇ-1	ÜÇ-2	ÜÇ-3	ÜÇ-4	ÜÇ-5	ÜÇ-6	ÜÇ-7	ÜÇ-8
Üleksit	0	5	10	15	20	25	30	35
Çan Taşı Çakıl atığı	100	95	90	85	80	75	70	65



**Görsel 3.5** Üleksit ve Çan taşı çakıl atığı karışımlarının pişirim sonuçları (1160 °C)

1160 °C’de; atık malzeme doğrudan öğütülüp sır halinde kullanıldığında pekişmiş astar özelliğinde, açık kırmızı kahve mat bir yüzey oluşturmuştur. 1200 °C’de ise rengin biraz daha koyulaştığı gözlenmiştir. %95 çakıl atığı-%5 üleksit bileşiminde daha parlak ve koyu kahverengi, %90 atık-%10 üleksit oranlarında açık sütlü kahverengi bir yüzey meydana gelmiştir.



**Görsel 3.6.** Üleksit ve Çan taşı çakıl atığı karışımlarının 1200 °C sıcaklıktaki pişirim sonuçları

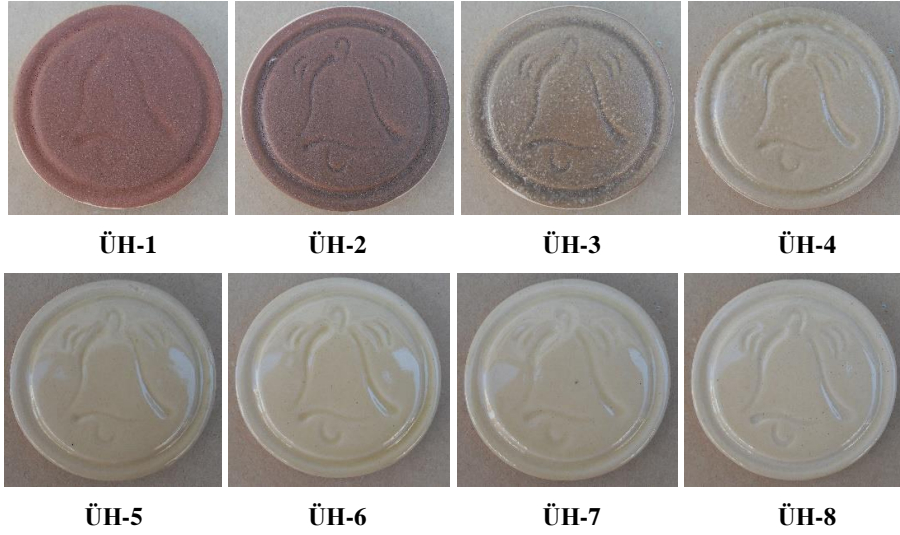
Bu sistemde Çan taşı çakıl atığının renk ve yüzey özellikleri açısından %95-%80 arasında etkili olduğu görülmektedir.

### 3.2.2. Üleksit – Çan taşı havuz atığı sırt sistemi

Bu grupta üleksit, Çan taşı havuz atığı (ÜH) ile kullanılmıştır.

**Tablo 3.3.** Üleksit ve Çan taşı havuz atığı karışımları

Hammadde	ÜH-1	ÜH-2	ÜH-3	ÜH-4	ÜH-5	ÜH-6	ÜH-7	ÜH-8
Üleksit	0	5	10	15	20	25	30	35
Çan Taşı Havuz atığı	100	95	90	85	80	75	70	65



**GörSEL 3.7.** Üleksit ve Çan taşı havuz atığı karışımlarının pişirim sonuçları (1160 °C)



**Görsel 3.8.** Üleksit ve Çan taşı havuz atığı karışımlarının pişirim sonuçları(1200 °C)

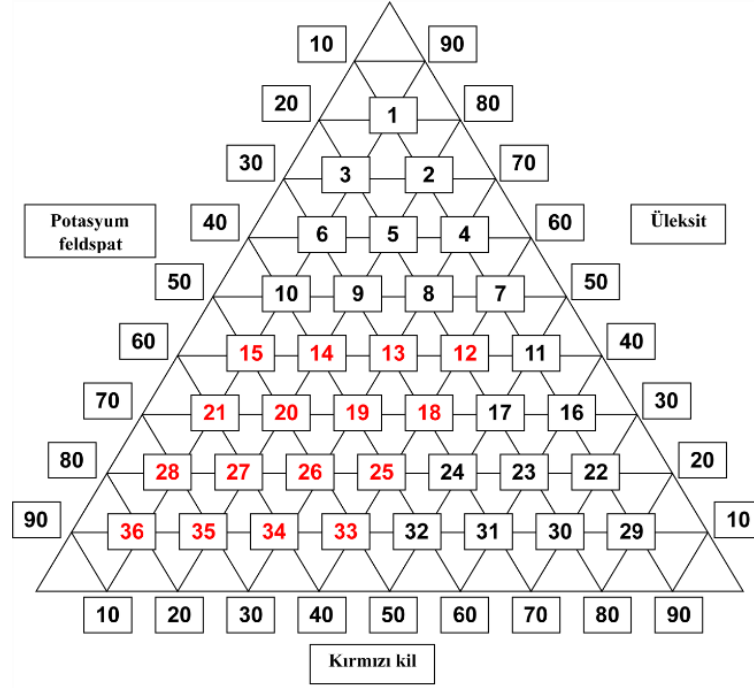
Çan taşı havuz atığının üleksitle birlikte kullanıldığında %90'an sonra her iki sıcaklıkta renklendirme etkisini kaybettiği gözlenmiştir.

### 3.3. Çan Taşı Üretim Atıklarının Üçlü Sır Sisteminde Kullanımı

Üç eksenli karışımlar, üç malzemeyi harmanlamanın farklı bir yöntemidir. Bu üç malzeme; sır oluşturabilen üç farklı hammadde, üç farklı sır veya üç farklı renklendirici olabilir. Üç eksenli, sadece daha küçük üçgenler oluşturmak üzere bölünmüş olan bir üçgen biçimine dayanan bir sistemdir. Sır oluşturabilen malzemelerin hangi oranlarda hangi sır özelliklerini oluşturduğunu gözlemleyebilmek için ideal sır reçetesi üretme yollarındandır (Daly, 1995, s. 31-48). Üçlü sistemin kullanılmasının sebebi atığın erimesini kolaylaştırmak ve az sayıda hammadde ilavesi ile arzu edilen camlaşma, renk ve doku özelliğine sahip yüzeyler elde etmektir.

#### 3.3.1. Standart olarak oluşturulan üçlü sır sistemi

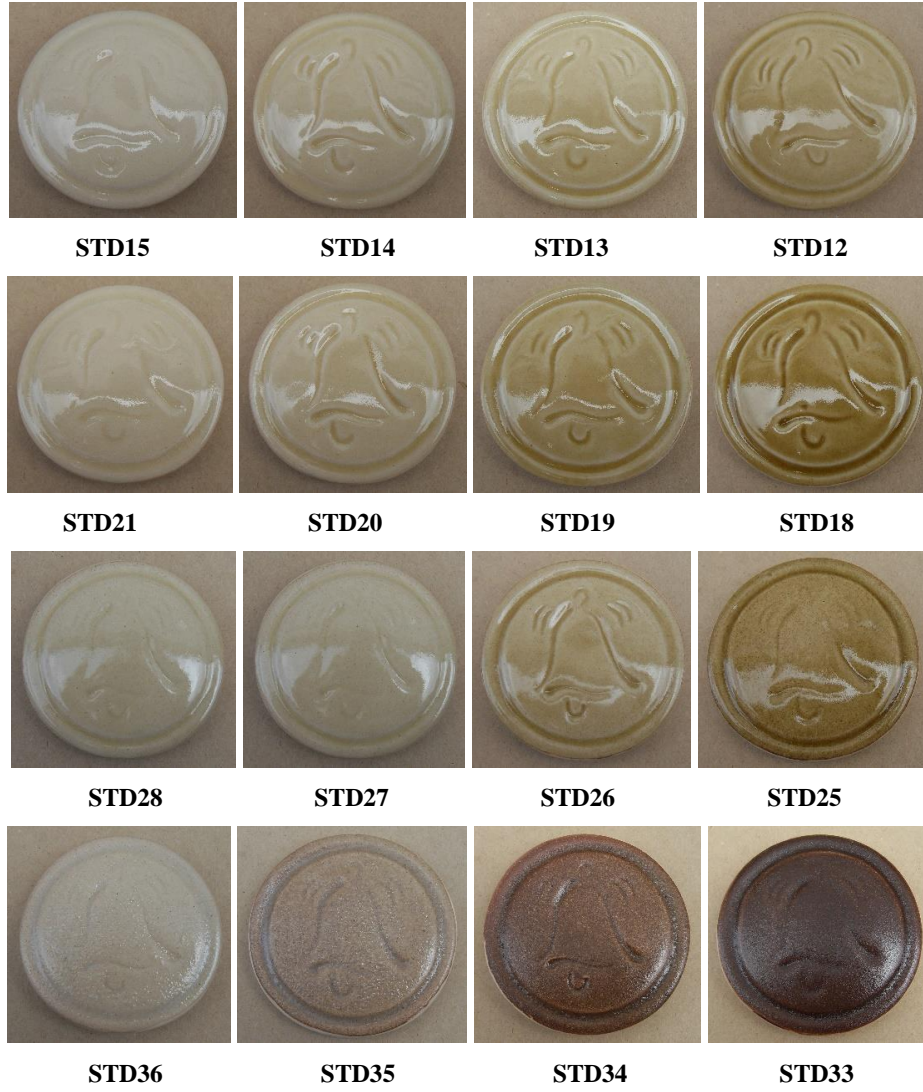
Bu aşamada standart üçlü sır sistemi olarak; Potasyum feldspat-Üleksit-Kırmızı kil sistemi (Şekil 1) çalışılmıştır. Pişirim sıcaklıkları 1160 °C ve 1200 °C olarak seçildiği için düşük sıcaklıkta eriyen malzeme (üleksit) %10-40, kırmızı kil oranının %10-40 arasında değiştiği bölge çalışma alanı olarak seçilmiştir (Şekil 3.1). Seçilen bölgedeki sır bileşimlerinin oranları Tablo 3.4'te verilmiştir.



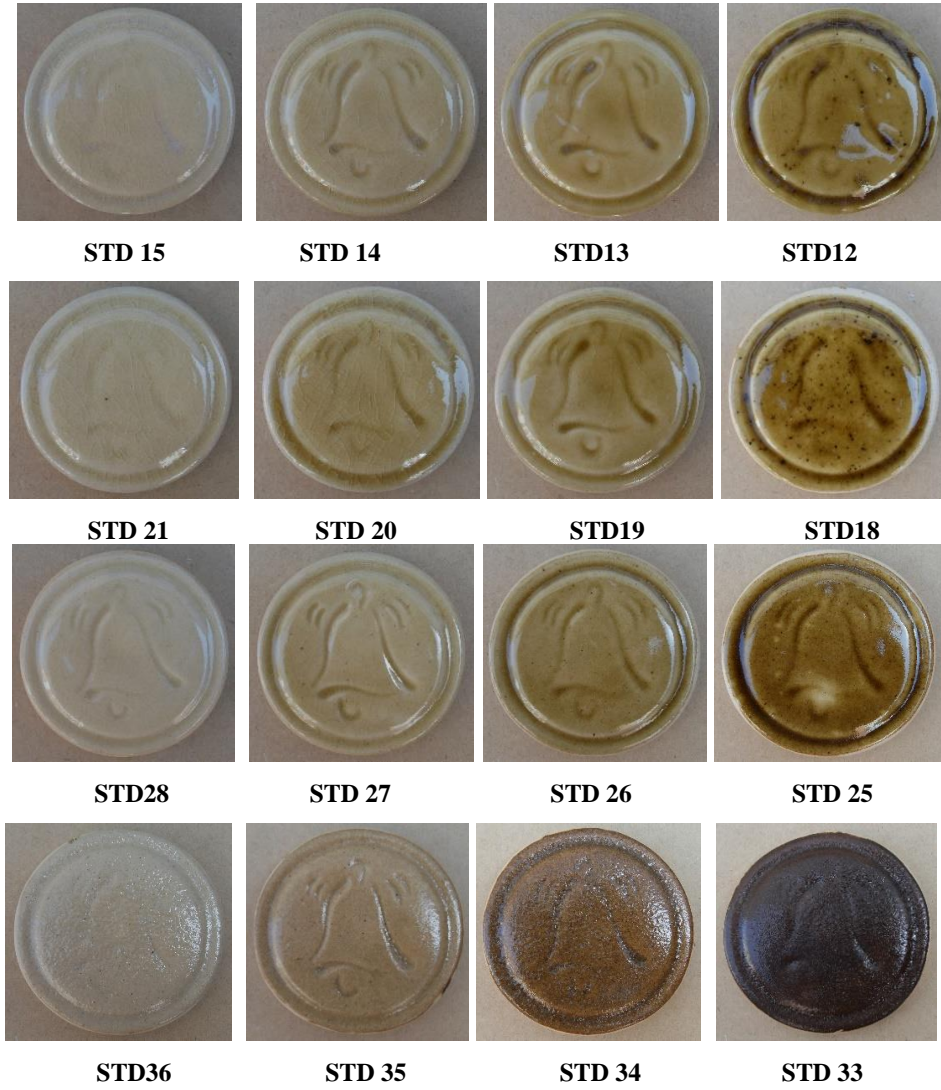
Şekil 3.1. Standart olarak kabul edilen potasyum feldspat-üleksit-kırmızı kil üçlü sistemi

Tablo 3.4. Standart Potasyum feldspat-Üleksit-Kırmızı kil sır sistemindeki bileşim oranları

Bileşim No	Sır Bileşenleri (%)		
	Potasyum feldspat	Üleksit	Kırmızı çamur
STD12	20	40	40
STD 13	30	40	30
STD 14	40	40	20
STD 15	50	40	10
STD18	30	30	40
STD 19	40	30	30
STD 20	50	30	20
STD 21	60	30	10
STD25	40	20	40
STD26	50	20	30
STD27	60	20	20
STD28	70	20	10
STD33	50	10	40
STD34	60	10	30
STD35	70	10	20
STD36	80	10	10



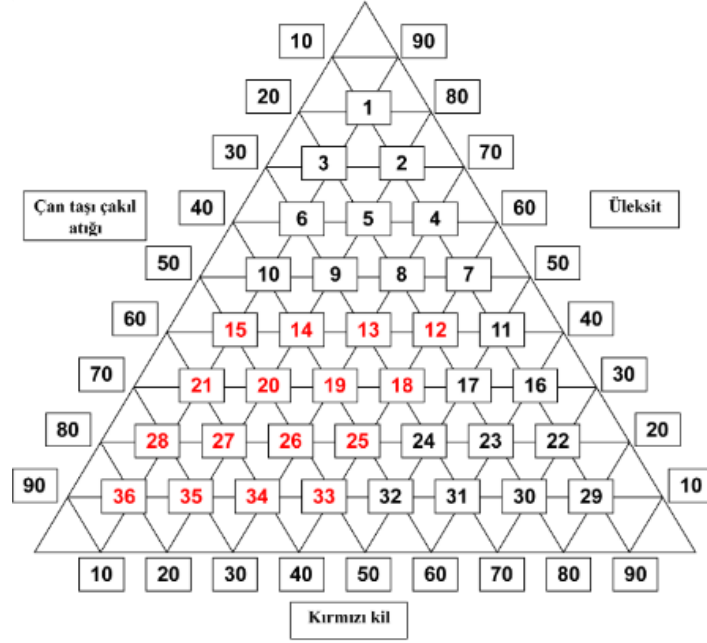
**Görsel 3.9.** Standart olarak belirlenen (potasyum feldspat-üleksit-kırmızı kil) üçlü sistemindeki sırların 1160 °C'deki pişirim sonuçları



**Görsel 3.10.** Standart olarak belirlenen (potasyum feldspat-üleksit-kırmızı kil) üçlü sistemindeki sırların 1200 °C'deki pişirim sonuçları

### 3.3.2. Çan Taşı çakıl atığı-üleksit-kırmızı kil üçlü sır sistemi

Standart reçete çalışmasından sonra ikinci aşamada; potasyum feldspat yerine Çan taşı çakıl atığı kullanılmıştır., Üçlü sır sisteminde belirlenen alan içindeki (Şekil 3.2), Tablo 3.5'de bileşimleri yer alan sırlar çalışılmıştır. Bu sırlar “ÇS” olarak kodlandırılmıştır. Çan taşı çakıl atıklarını en az %20 en çok %80 oranlarında kullanarak oluşturulan 1160 °C sıcaklıkta pişirilen sırlarda; çoğunlukla açık sarıdan bal rengine, kızıl kahveden çikolata kahveye geçişli parlak ancak atık miktarı arttıkça matlaşan yüzeylere sahip bünyeler elde edilmiştir.



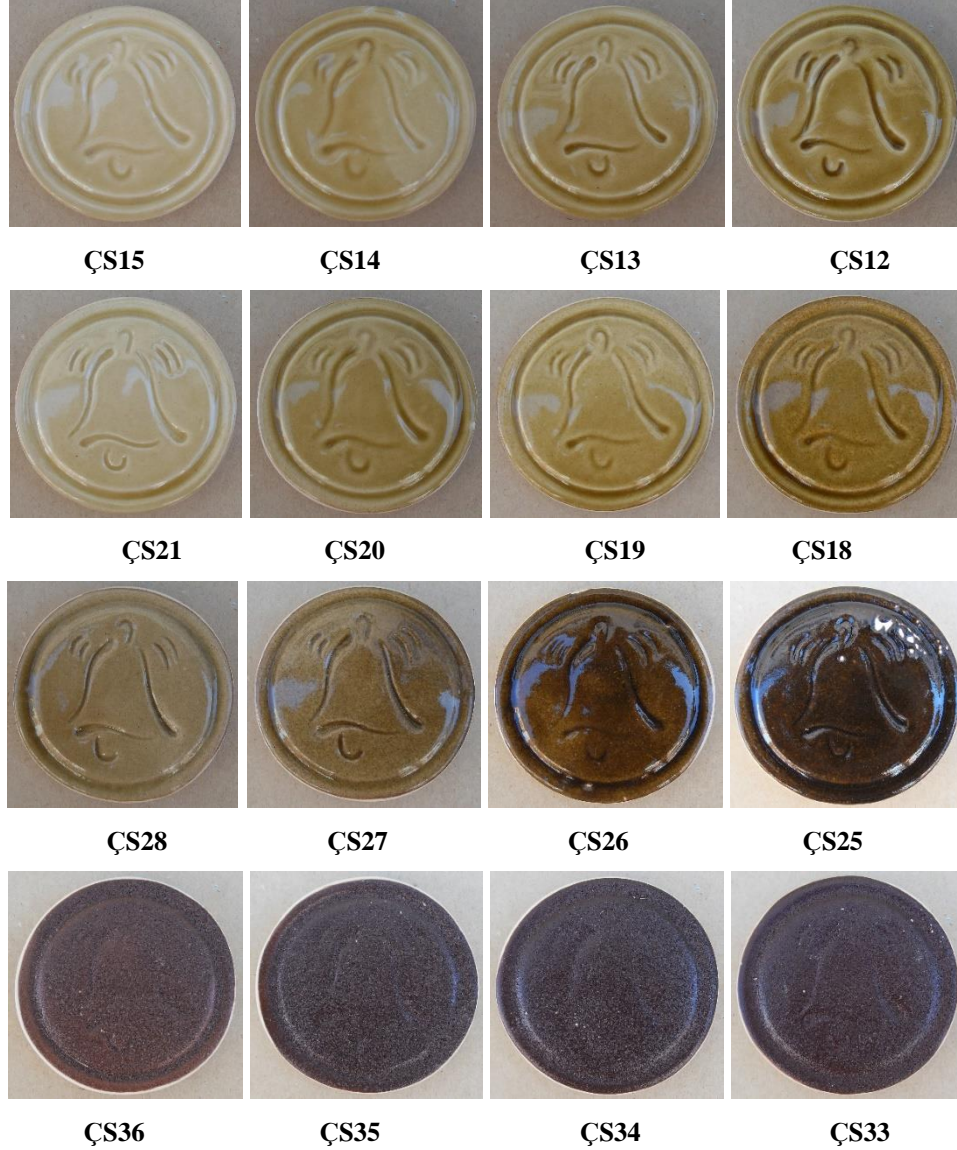
Şekil 3.2. Çan taşı çakıl atığı-Üleksit-Kırmızı kil üçlü sistemi

Tablo 3.5. Çan taşı çakıl atığı-Üleksit-Kırmızı kil sür sistemindeki bileşim oranları

Bileşim No	Sür Bileşenleri (%)		
	Çan taşı Çakıl atığı	Üleksit	Kırmızı çamur
ÇS12	20	40	40
ÇS13	30	40	30
ÇS14	40	40	20
ÇS15	50	40	10
ÇS18	30	30	40
ÇS19	40	30	30
ÇS20	50	30	20
ÇS21	60	30	10
ÇS25	40	20	40
ÇS26	50	20	30
ÇS27	60	20	20
ÇS28	70	20	10
ÇS33	50	10	40
ÇS34	60	10	30
ÇS35	70	10	20
ÇS36	80	10	10

Potasyum feldspat yerine Çan taşı çakıl atığının kullanılmasının parlaklık, renk ve yüzey dokusunu olumlu yönde etkilediği gözlenmiştir. Pişirilen örneklerde (Görsel.3.11) atık miktarı arttıkça bünyelerin renklerinin giderek koyulaştığı ve matlaştığı, dokulu yüzeylere dönüştüğü görülmüştür. Pişirim sıcaklığı 1160 °C olan bu grupta ÇS18, ÇS25,

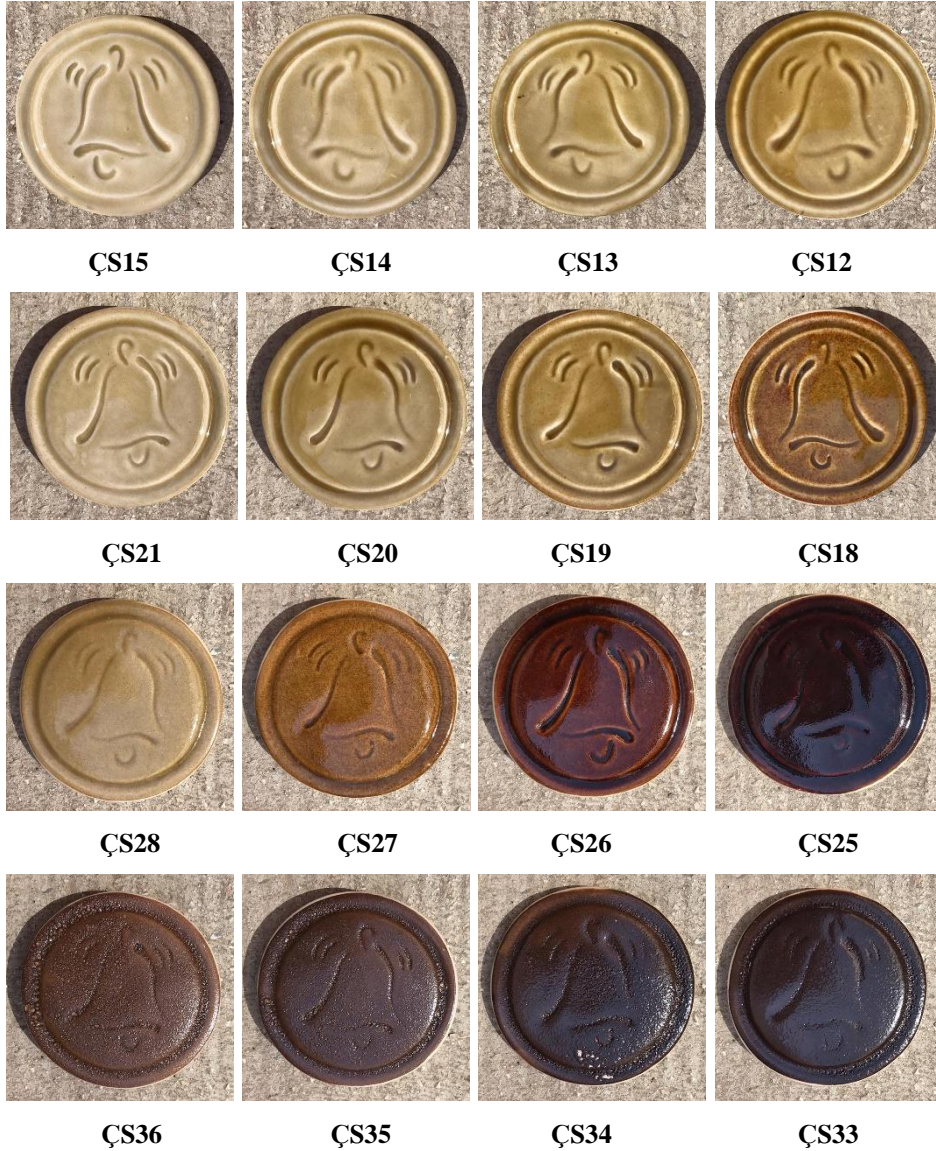
ÇS26, ÇS27, ÇS33, ÇS34, ÇS35 ve ÇS36 no'lu sırların parlak ve mat başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür. Sırlı yüzeylerde çatlama hatası yoktur.



**Görsel 3.11.** Çan Taşı çakıl atığı-üleksit-kırmızı kil üçlü sistemindeki sırların 1160 °C'deki pişirim sonuçları

Pişirim sıcaklığı 1200 °C'ye çıkarıldığında aynı bileşimdeki sırların renk, parlaklık ve yüzey etkileri açısından farklılaştığı görülmektedir. Sıcaklıktaki artış renk ve parlaklıkta belirgin değişimler ortaya çıkarmıştır. ÇS33 no'lu sır yüzeyi opak kahverengidir. ÇS25 sırlı yüzey parlak koyu kırmızı kahverengi, ÇS18 sırlı yüzey ise dokulu açık bal rengi bir yüzey etkisi vermiştir. Yüzeyde çatlama, kavlama vb. sır hataları oluşmamıştır. Özellikle ÇS26 ve ÇS27 no'lu sırların renk ve yüzey görünümlerinin oldukça etkili olduğu görülmüştür. Bünye ve sır uyumu vardır. Elde edilen sonuçlardan

ÇS18, ÇS25, ÇS26, ÇS27, ÇS33, ÇS34, ÇS35 ve ÇS36 no'lu sırların (Görsel 3.12) sanatsal ve endüstriyel seramik ürünlerde görsel etkileri açısından rahatlıkla kullanılabilceği düşünülmektedir.

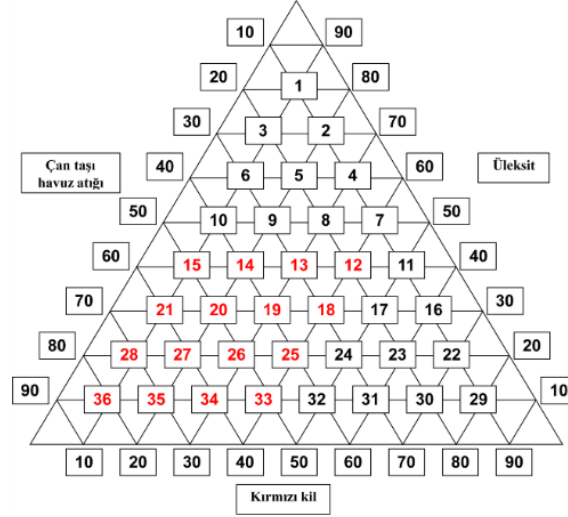


**Görsel 3.12.** Çan taşı Çakıl atığı-üleksit-kırmızı kil üçlü sistemindeki sırların 1200 °C'deki pişirim sonuçları

### 3.3.3. Çan taşı havuz atığı-kırmızı kil-üleksit sır sistemi

Çalışmanın bu kısmında Çan taşı havuz atığı kullanılmıştır. Üçlü sır sisteminde belirlenen alan içinde yer alan sırların (Şekil 3.3), bileşimleri Tablo 3.6'da verilmiştir. Bu sırlar "HS" olarak kodlandırılmıştır. Burada değişken malzeme olarak potasyum feldspat ve Çakıl atığı yerine havuz atığı olmuştur. Diğer iki sistemde olduğu gibi Çan taşı havuz

atıkları %20 ve %80 arasında değişen oranlarda kullanılmış ve iki farklı sıcaklıktaki renk ve yüzey özellikleri gözlenmiştir.



Şekil 3.3. Çan taşı havuz atığı-üleksit-kırmızı kil üçlü sistemi

1160 °C sıcaklıkta pişirilen sırlarda; çoğunlukla açık bal rengi, kızıl kahveden çikolata kahveye geçişli parlak ama atık miktarı arttıkça matlaşan ve kısmi dokular oluşturan yüzeylere sahip bünyeler elde edilmiştir.

Tablo 3.6. Çan Taşı Havuz Atığı-Üleksit-Kırmızı Kil Sır Sistemindeki Bileşim Oranları

Bileşim No	Sır Bileşenleri (%)		
	Çan Taşı Havuz Atığı	Üleksit	Kırmızı çamur
HS12	20	40	40
HS13	30	40	30
HS14	40	40	20
HS15	50	40	10
HS18	30	30	40
HS19	40	30	30
HS20	50	30	20
HS21	60	30	10
HS25	40	20	40
HS26	50	20	30
HS27	60	20	20
HS28	70	20	10
HS33	50	10	40
HS34	60	10	30
HS35	70	10	20
HS36	80	10	10



**Görsel 3.13.** Çan taşı havuz atığı-üleksit-kırmızı kil üçlü sistemindeki sırların 1160 °C'deki pişirim sonuçları

Üçlü sistem içinde bileşimde yer alan hammadde oranlarının değişmediği, yalnızca atık türünün değiştiği, yani çakıl atığı yerine havuz atığının kullanıldığı sırlarda kısmi benzerlikler görülmesine rağmen renk tonlarında farklılık olduğu gözlenmektedir.

1160 °C sıcaklıkta pişirilen HS26 ve HS27 no'lu bileşimlerden üretilen sırlar çakıl atığı kullanıldığında daha koyu olarak elde edilmiştir. Bu sıcaklıkta her iki atıktan da üretilen HS33- HS36 no'lu sırların renk ve dokuları çok benzerdir. Ancak %50 havuz atığı içeren HS33 no'lu sırda toplanma ve yüzey bozukluğu oluşmuştur. 1200 °C sıcaklıkta pişirilen sırlarda; Çakıl atığıyla yapılan ÇS25 ve ÇS26 sıırı ile Havuz atığının kullanıldığı HS25 ve HS26 no'lu sırların renk ve yüzey özellikleri açısından benzer oldukları gözlenmektedir.



**Görsel 3.14.** Çan taşı havuz atığı-üleksit-kırmızı kil üçlü sistemindeki sırların 1200 °C'deki pişirim sonuçları

### 3.4. Çan Taşı Üretim Atıklarının Saydam ve Mat Stoneware Sır Reçetesi İçinde Kullanımı

Bu bölümde, ilk olarak 1160 °C'de gelişen standart saydam (S) ve mat (M) sır reçetesi araştırması yapılmıştır. Reçete geliştirme çalışması sonunda saydam ve mat sır bileşimi seçilmiştir. Standart olarak belirlenen saydam ve mat sır reçetelerinde Çan taşı çakıl atığı ve havuz atığı ayrı ayrı %10-60 arasında artan oranlarda kullanılmış, 1160-1200 °C sıcaklıkta pişirilmiştir. İki farklı üretim atığının bu sıcaklıklarda standart sırların renk ve erime özelliklerine etkisi incelenmiştir.

**Tablo 3.7.** Standart saydam sır ve Çan taşı atık ilaveli sır reçeteleri

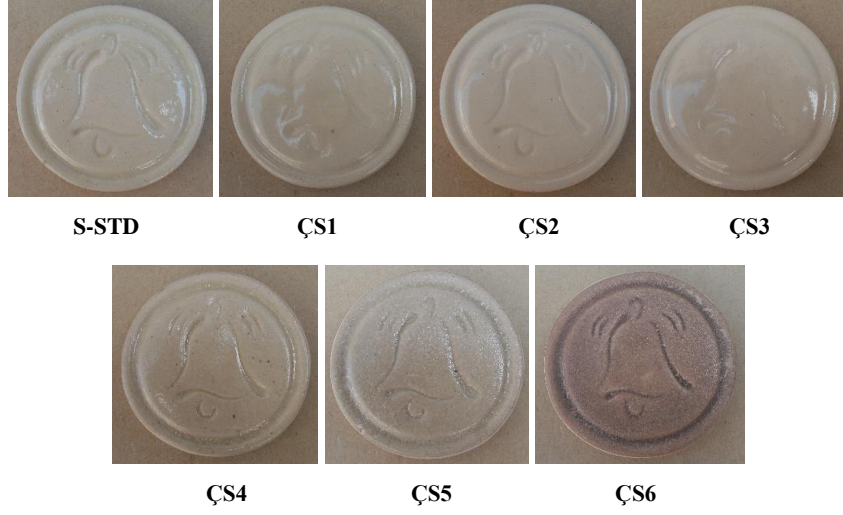
Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)						
	S-STD	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Potasyum feldspat	40	36	32	28	24	20	16
Üleksit	30	27	24	21	18	15	12
Kuvars	20	18	16	14	12	10	8
Mask 5 kil	10	9	8	7	6	5	4
Çan taşı atığı (Çakıl-Havuz)	-	10	20	30	40	50	60

**Tablo 3.8.** Mat sır ve Çan taşı atık ilaveli sır reçeteleri

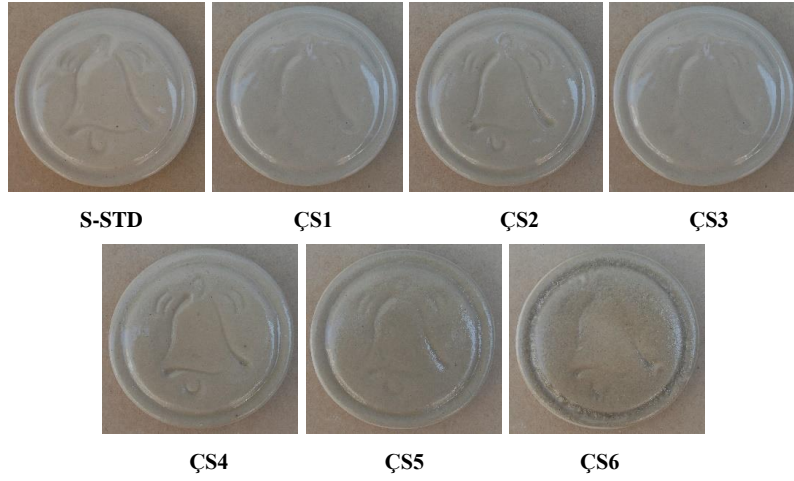
Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)						
	STD	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Potasyum feldspat	40	36	32	28	24	20	16
Kalsit	20	18	16	14	12	10	8
Kuvars	20	18	16	14	12	10	8
Üleksit	10	9	8	7	6	5	4
Mask 5 kil	10	9	8	7	6	5	4
Çan taşı atığı (Çakıl-Havuz)	-	10	20	30	40	50	60

### 3.4.1. Çan taşı çakıl atığı katkılı saydam ve mat sırlar

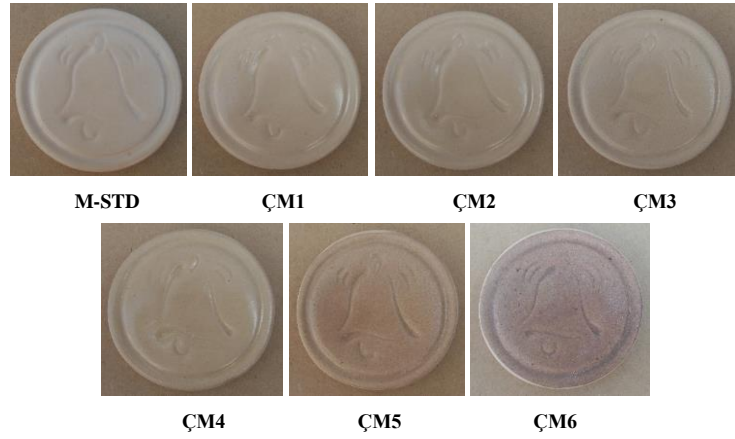
Standart saydam sır reçete bileşiminde Çan taşı çakıl atığı %10, 20 ve 30 oranlarında kullanıldığında her iki sıcaklıkta (1160 °C ve 1200 °C) pişmiş sırlı yüzeylerde herhangi bir etki oluşturmamıştır. %40 katkı oranından itibaren yüzeylerde matlık, renk ve doku farklılıkları görülmektedir. Atıkların %50-60 oranında kullanıldığı sırlarda renk değişimi oluşmuştur. Açık sütlü kahverengi, dokulu ve artistik sır olarak değerlendirilebilecek sır yüzeyleri meydana gelmiştir. 1160 °C’de pişirilen örneklerin renk ve doku açısından daha etkili olduğu görülmektedir. Özellikle içeren “ÇS6” kod’lu sırda, %60 çakıl atığı katkısıyla standart sırnın yüzey özelliklerinin önemli ölçüde değiştiği gözlenmiştir (Görsel 3.15). Aynı sırlar 1200 °C’de pişirildiğinde atığın renk etkisini yitirdiği gözlenmiştir. Dolayısıyla Çakıl atığı saydam sır içinde kullanıldığında bu sırların pişirim sıcaklığı olarak 1160 °C sıcaklığın uygun olduğu düşünülmektedir.



**Görsel 3.15.** Çan taşı çakıl atığı ilaveli saydam sırların 1160 °C sıcaklıktaki pişirim sonuçları

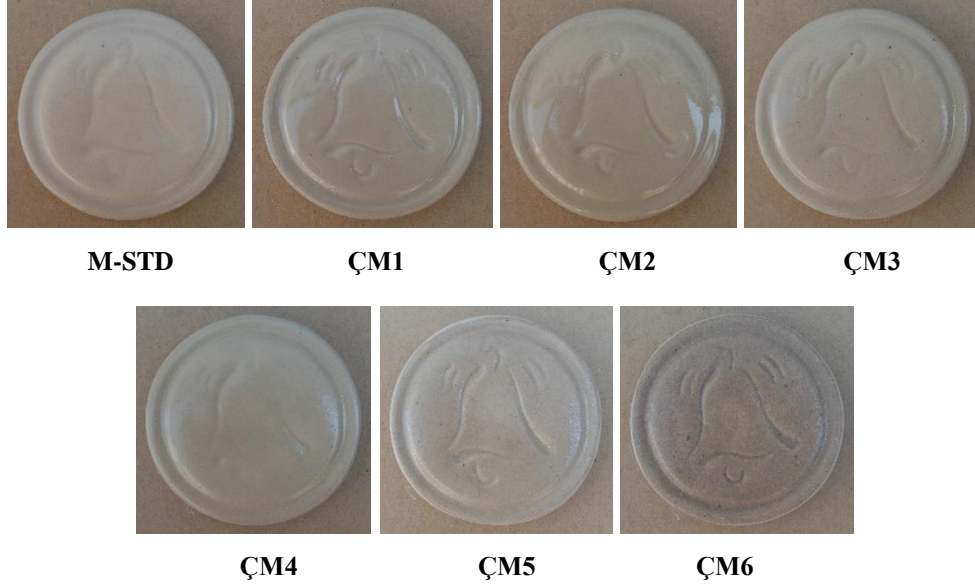


**Görsel 3.16.** Çan taşı çakıl atığı ilaveli saydam sırların 1200 °C sıcaklıktaki pişirim sonuçları



**Görsel 3.17.** Çan taşı çakıl atığı ilaveli mat sırların 1160 °C sıcaklıktaki pişirim sonuçları

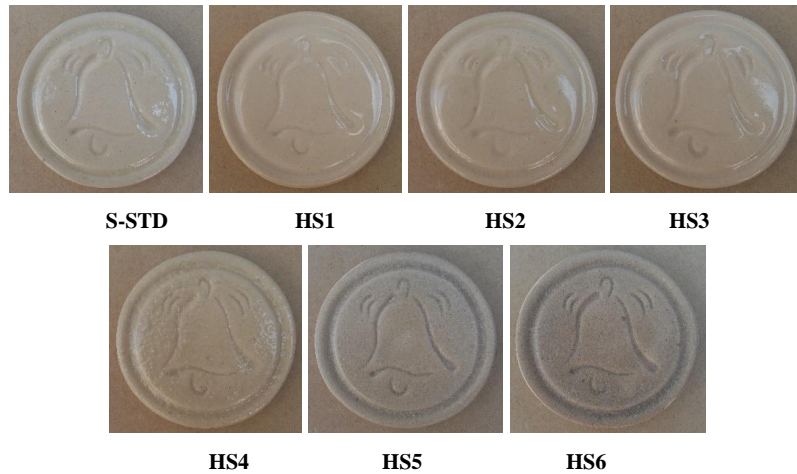
Çan taşı çakıl atığının mat sır reçetesi içinde kullanılması sonucunda 1160 °C sıcaklıkta pişirilen, atık oranı %40- 50 ve 60 olan sırlarda renk ve yüzey etkisinin daha belirgin olduğu (Görsel 3.17). 1200 °C’de pişirilen sırlarda ÇM6 kodlu %60 atık içeren sırn kullanılabilir olduğu görülmektedir (Görsel 3.18).



**Görsel 3.18.** Çan taşı çakıl atığı ilaveli mat sırların 1200 °C sıcaklıktaki pişirim sonuçları

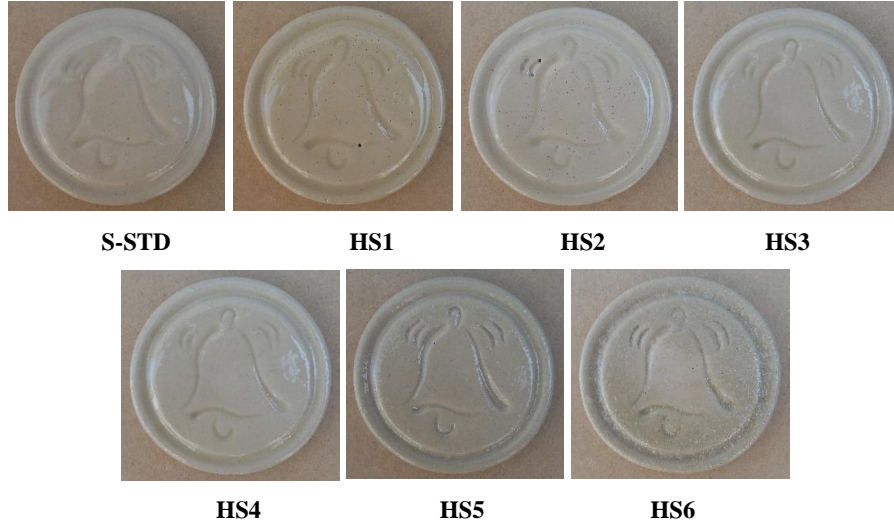
### 3.4.2. Çan taşı havuz atığı katkıli saydam ve mat sırlar

Bu bölümde saydam ve mat sırlar içine Çan taşı havuz atığı ilavesi yapılmıştır. Havuz atığı ile renklendirilen sırların pişme sonrası yüzey özellikleri çakıl atığı katkıli sırlardan renk olarak kısmi farklılık göstermektedir.

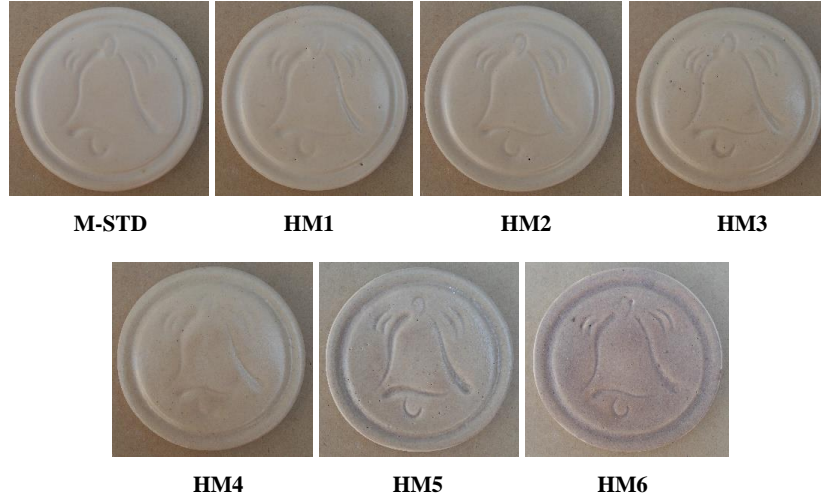


**Görsel 3.19.** Çan taşı havuz atığı ilaveli saydam sırların 1160 °C sıcaklıktaki pişirim sonuçları

Havuz atığı ilave edilen saydam sırlarda 1160°C sıcaklıkta HS5 ve HS6 kod'lu sırların pişirim sonrası etkili yüzeyler oluşturduğu gözlenmiştir (Görsel 3.19). Aynı bileşimdeki sırlar 1200 °C'de olumlu sonuç vermemiştir (Görsel 3.20).

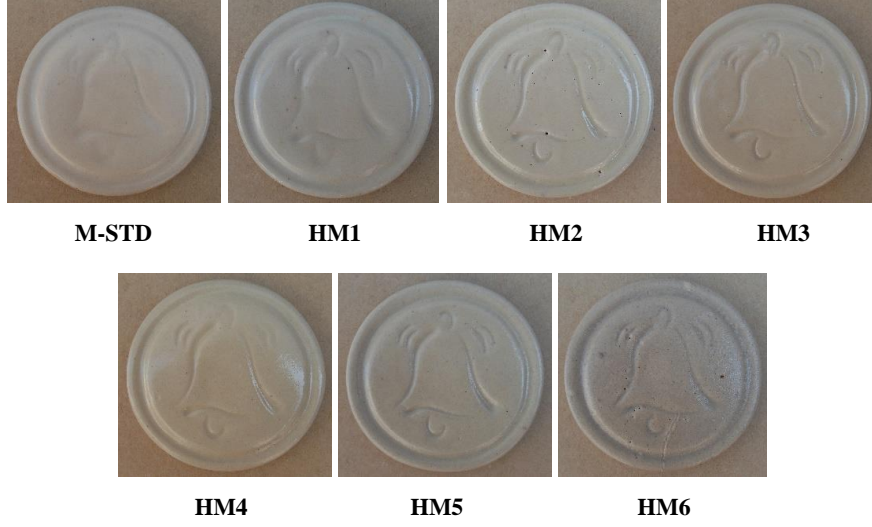


**Görsel 3.20.** Çan taşı havuz atığı ilaveli saydam sırların 1200 °C sıcaklıktaki pişirim sonuçları



**Görsel 3.21.** Çan taşı havuz atığı ilaveli mat sırların 1160 °C sıcaklıktaki pişirim sonuçları

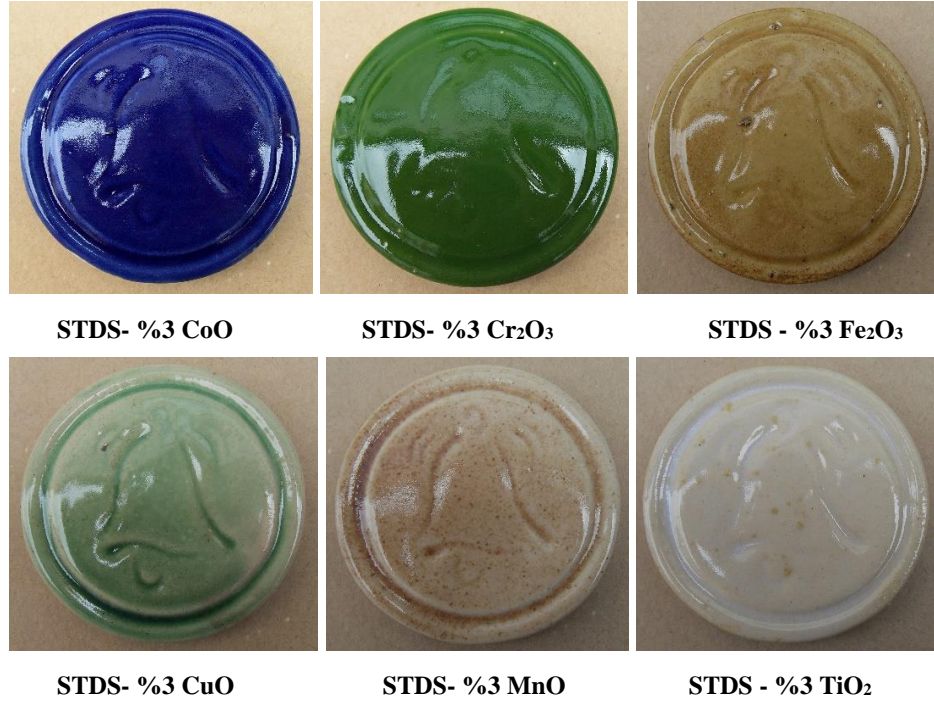
Havuz atığı mat sır reçetesi içinde %10-60 arasında artan oranlarda kullanıldığında HM4, HM5 ve HM6 kod'lu sırların renk ve yüzey dokusu açısından olumlu olduğu görülmüştür.



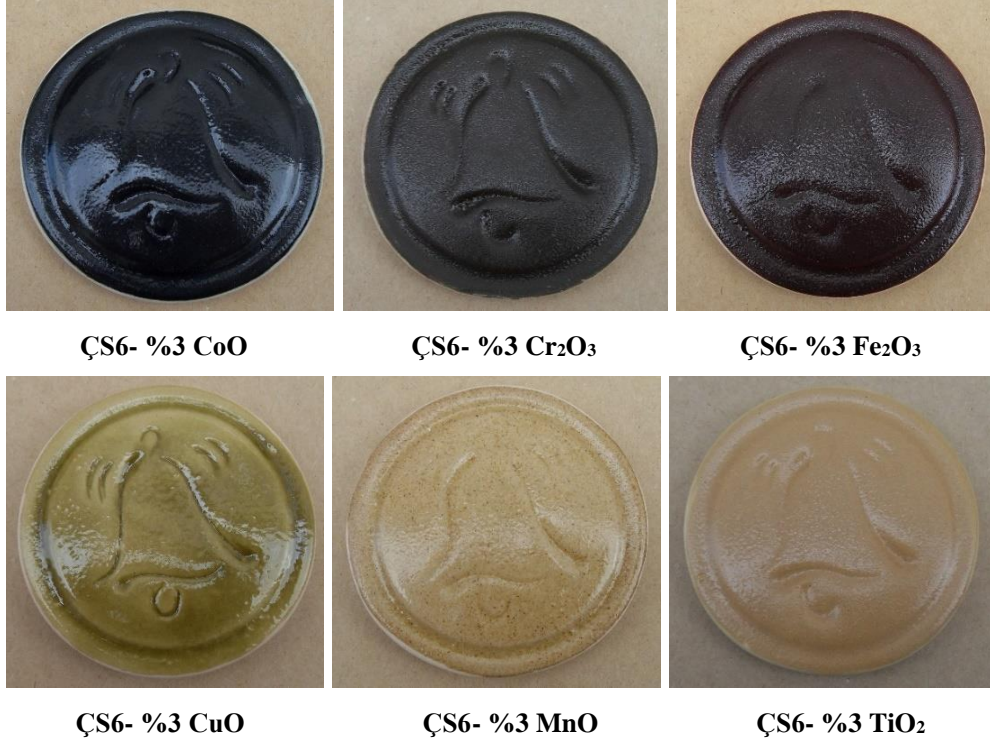
**Görsel 3.22.** Çan taşı havuz atığı ilaveli mat sırların 1200 °C sıcaklıktaki pişirim sonuçları

### 3.4.3. Çan taşı çakıl ve havuz atığı içeren saydam ve mat sırlarda renklendirme

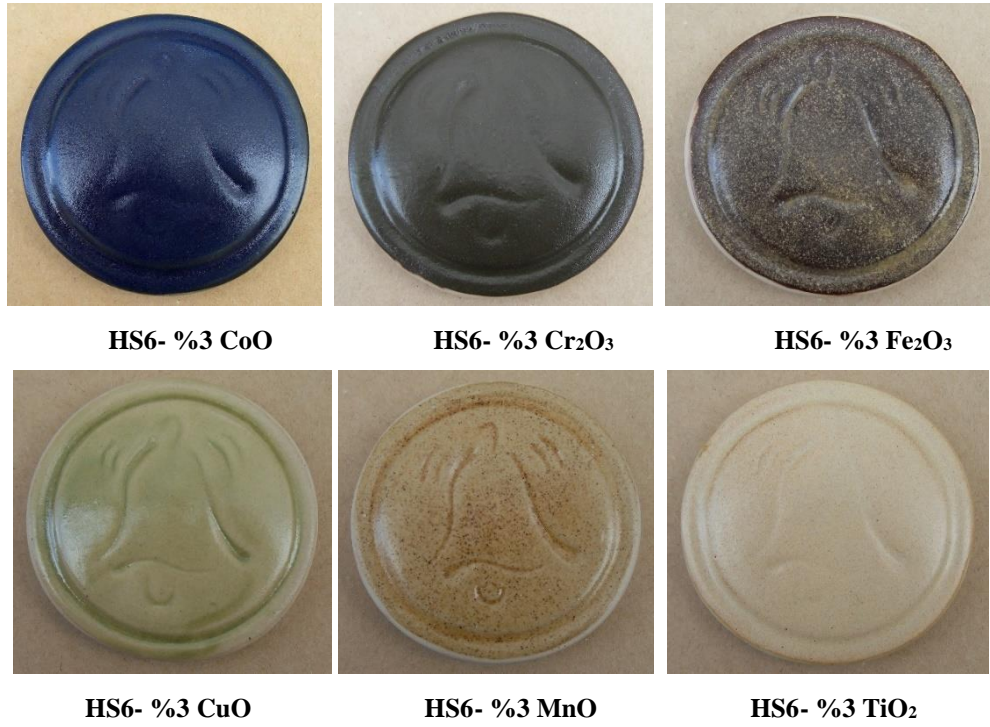
Bu bölümde %60 Çan taşı Çakıl ve Havuz atığı içeren sırlar seçilerek %3 oranında CoO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, TiO<sub>2</sub> ve CuO ilave edilerek seçilen her iki sıcaklıkta (1160-1200 °C) pişirilmiştirlerdir (Görsel 3.23-3.26). Çakıl atığı katkılı saydam sır: “ÇS”, çakıl atığı katkılı mat sır: “ÇM”, Havuz atığı katkılı saydam sır: “HS”, havuz atığı katkılı mat sır: “HM” olarak kodlandırılmıştır.



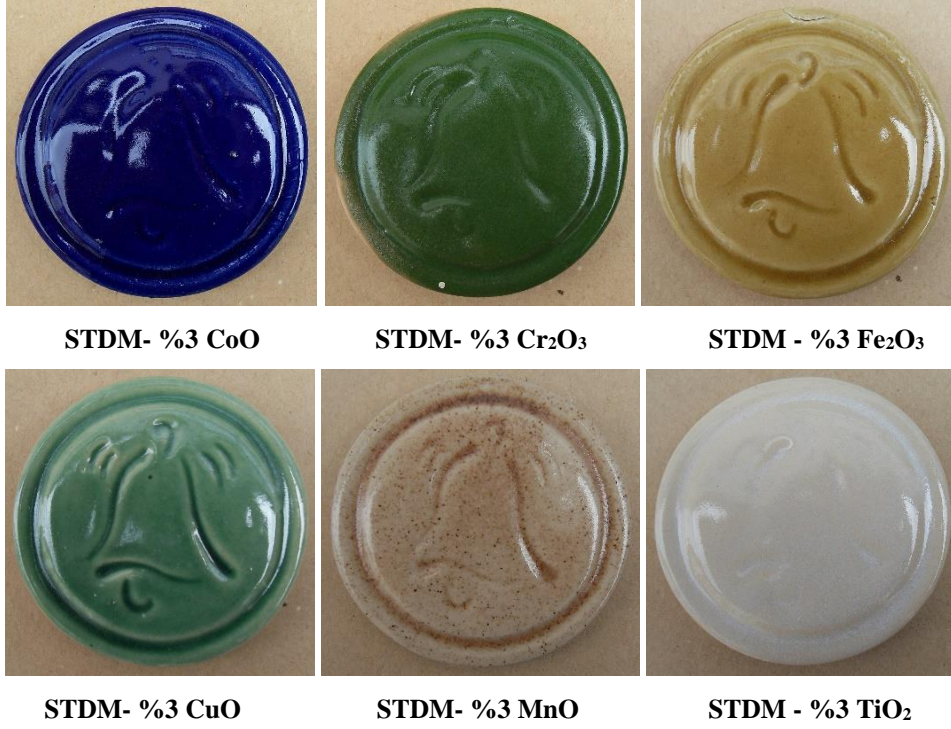
**Görsel. 3.23.** Standart saydam sırda renklendirici oksitlerin etkileri (1160 °C)



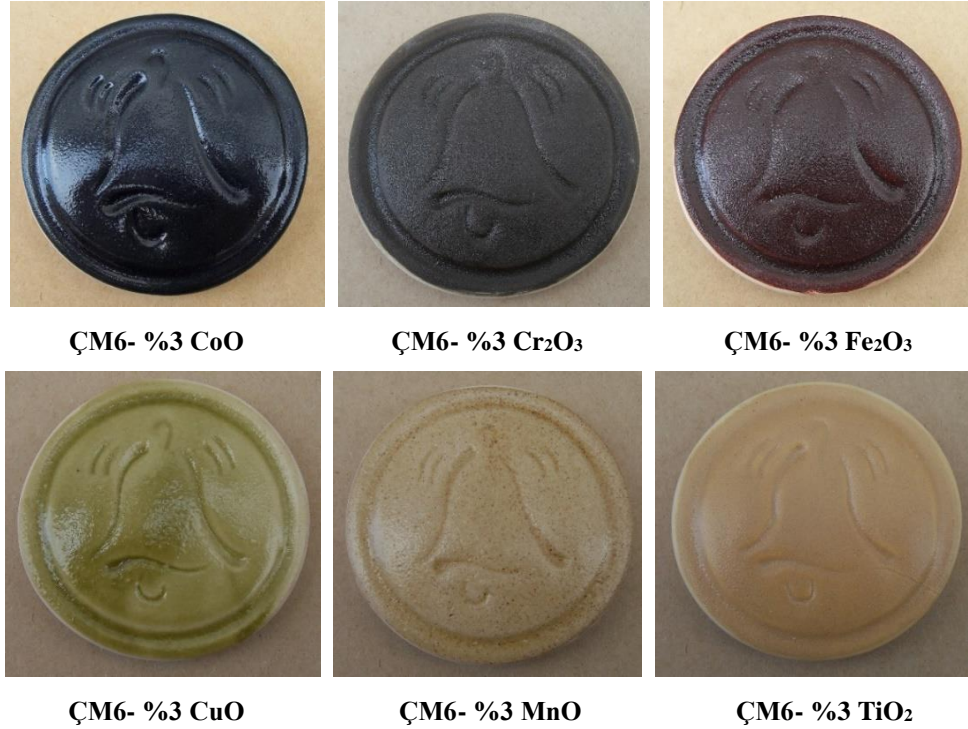
**Görsel. 3.24.** %60 Çakıl atığı içeren saydam sırda renklendirici oksitlerin etkileri (1160 °C)



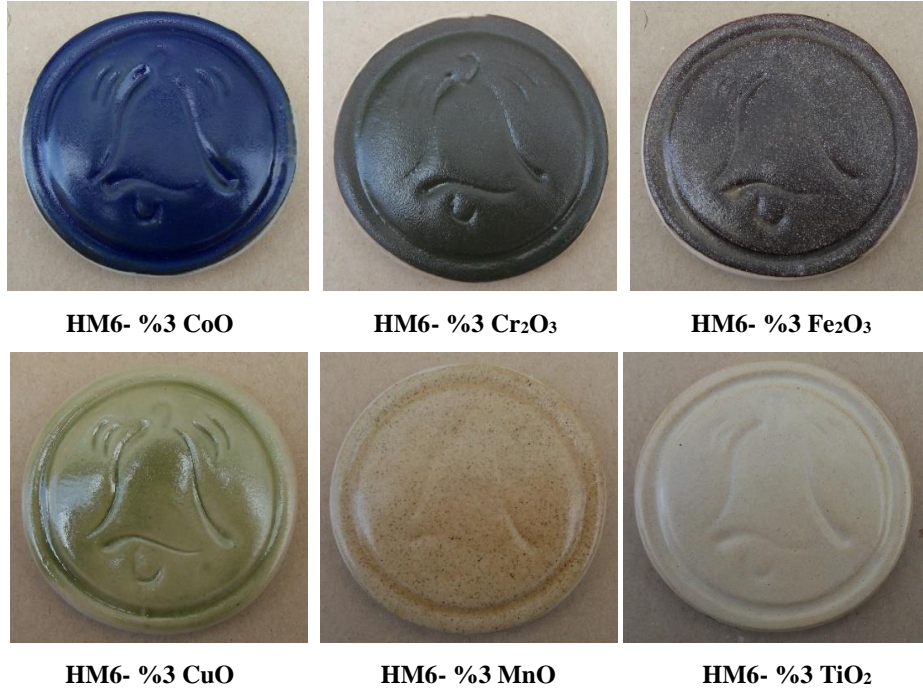
**Görsel 3.25.** %60 Havuz atığı içeren saydam sırda renklendirici oksitlerin etkileri (1160 °C)



**Görsel 3.26.** Standart mat sırda renklendirici oksitlerin etkileri (1200°C)



**Görsel 3.27.** %60 Çakıl atığı içeren mat sırda renklendirici oksitlerin etkileri (1200 °C)



**Görsel 3.28.** %60 Havuz atığı içeren mat sırda renklendirici oksitlerin etkileri (1200 °C)

### 3.5. Seramik Uygulamalar

Araştırmanın bu bölümünde; Çanakkale bölgesinde Çan taşı üretim işletmesinden alınan üretim sonu atıkları öğütülerek, doğrudan veya çeşitli ergiticiler ile karışımlar hazırlanarak elde edilen sırlardan farklı şekillendirme yöntemleriyle (endüstriyel, sanatsal) çeşitli formlar ve sırlı bünyeler üretilmiştir (Görsel 3.27-3.41).

#### 3.5.1. Espresso kahve fincanı tasarımı

Espresso konsantre bir kahve türüdür bu nedenle küçük fincanda servis edilir. Fincanlar genellikle kulplu ve kalın bir tasarıma sahiptir. Fincan yapısının kalın olmasının sebebi ısı kaybını engellemek içindir. Bu sebeple normal bir fincan tasarımında et kalınlığı 0.3 mm tercih edilirken espresso fincanlarında daha kalın olması tercih edilir. Fincanın boyutu ve kalınlığı aynı zamanda espresso kremasının hacminde etkiler. Araştırmalar sonucu yapılan tasarımda; fincanda ısı kaybı olmaması için stoneware çamur tercih edilerek normal döküm süresinden biraz daha bekletilerek daha kalın bir form üretilmiştir. Krema kalitesini arttırmak için fincanın ağız kısmı daraltılarak kremanın dağılması önlenmiştir. Kulp tasarımındaki estetik dokunuşlar sayesinde de fincan hem üst kısımdan hem de alt kısımdan ele tam oturmaktadır ve rahat bir tutuş sağlamaktadır.

Tasarımın tamamlandığı aşamada üzerine uygulanacak sır karışımları belirlenmiştir. Tasarımın son aşamasında en etkili sonuçların alındığı sırlar tercih edilmiştir.



**Görsel 3.29.** Döküm yöntemi ile şekillendirme, ÇS25, ÇS26, ÇS27 kodlu sırlar, daldırma yöntemi 1200 °C (Özkul, 2023)



**Görsel 3.30.** Döküm yöntemi ile şekillendirme, ÇS25 kodlu sır ve Çakıl atık katkılı mermer desen-saydam sır, daldırma yöntemi, 1200 °C (Özkul, 2022)



**Görsel 3.31.** Döküm yöntemi ile şekillendirme ,ÇS26, ÇS27 kodlu sırlar, daldırma yöntemi, 1200 °C (Özkul, 2023)

### 3.5.2. Latte kahve fincanı tasarımı

Latte fincanı bu kahve türü için özel olarak tasarlanan fincanlara verilen isimdir. Şık ve dayanıklı bir form tasarımı tercih edilmiştir. Latte köpüğü üzerine çeşitli tasarımlar yapılmaktadır ve bu uygulama için bir alana ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle geniş hacimli bir fincan tasarımı uygun görülmüştür. Kulp detayındaki estetik dokunuş bir imza gibi olmuştur ve rahat bir tutuş sağlamaktadır. Son aşama sırlama işlemi için en etkili sırlar tercih edilmiş, olumlu sonuçlar alınmıştır.



**Görsel 3.32.** Döküm yöntemi ile şekillendirme ,ÇS18, ÇS25, ÇS27 kodlu sırlar, karışık sırlama yöntemi, 1200 °C (Özkul, 2023)



**Görsel 3.33.** *Döküm yöntemi ile şekillendirme ,ÇS18, ÇS25 kodlu sırlar, Çakıl atık katkılı mermer desen, karışık sırlama yöntemi, 1200 °C (Özkul, 2023)*

### **3.5.3. İki Boyutlu dekoratif karo tasarımları**

Farklı malzemelerin kombinasyonu olarak Çan taşı, çakıl atığı ve havuz atığının bir arada kullanılmasıyla farklı tasarımlar oluşturmak hedeflenmiştir. Her bir tasarımın dokusu ve görünüşü bir birinden farklıdır. Fonksiyonel uygulamalar yapılmıştır ve tasarımlar duvar yada kaidesiyle birlikte zeminde veya vitrinde sergilenebilir.



**Görsel 3.34.** Döküm yöntemi ile şekillendirme,ÇS18, ÇS25, ÇS26, ÇS27 kodlu sırlar, karışık sırlama yöntemi- akıtma ve püskürtme 1200 °C (Özkul, 2022)



**Görsel 3.35.** Döküm yöntemi ile şekillendirme, ÇS18 kodlu sır, püskürtme yöntemi, duvar karosu 1200 °C (Özkuş, 2023)



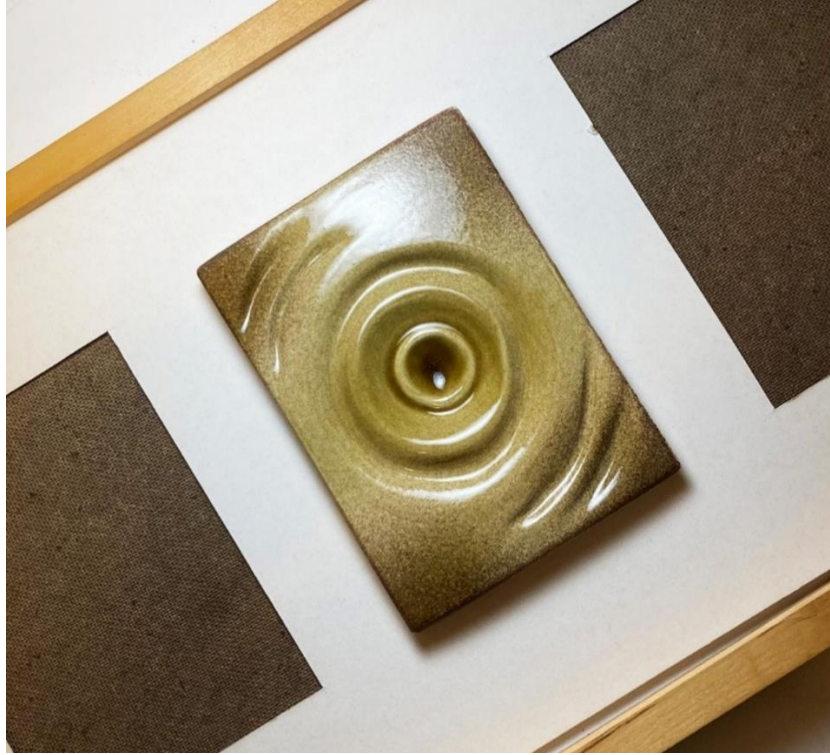
**Görsel 3.36.** Döküm yöntemi ile şekillendirme ,HS6-%3 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kodlu sır , püskürtme yöntemi, duvar karosu, 1200 °C (Özkul, 2023)



**Görsel 3.37.** Döküm yöntemi ile şekillendirme,ÇS18, ÇS27, ÇS25 kodlu sırlar Çakıl atık karışık uygulama, püskürtme ve akıtma, duvar karosu, 1200 °C (Özkul, 2023)



**Görsel 3.38.** Döküm yöntemi ile şekillendirme, ÇS18, ÇS27 kodlu sırlar. Çakıl atık karışık uygulama, akıtma yöntemi, duvar karosu, 1200 °C (Özku, 2023)



**Görsel 3.39.** Döküm yöntemi ile şekillendirme, ÇS27, ÇS25 kodlu sırlar, püskürtme yöntemi, duvar karosu, 1200 °C (Özku, 2023)



**Görsel 3.40.** Döküm yöntemi ile şekillendirme, ÇS25 kodlu sır, püskürtme yöntemi, duvar karosu, 1200 °C (Özkul, 2023)

### 3.5.4. Dekoratif obje tasarımı

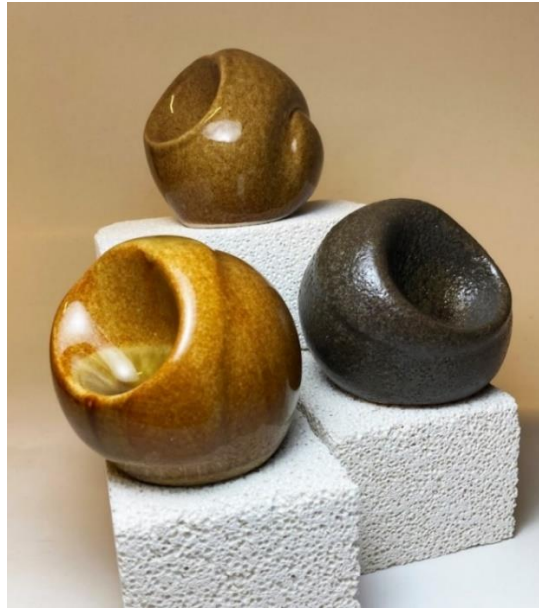
Dekoratif Obje tasarımları günümüzde pek çok alanda tercih edilmektedir ve mekân tasarımları için önemlidir. Tasarım aşamasında objelerin her mekâna uyması tasarımın ana fikrini oluşturmaktadır. Sır karışımlarının en doğru sonucu vereceği formlar tercih edilmiştir.



**Görsel 3.41.** Döküm yöntemi ile şekillendirme ÇS18 (sağ), ÇS27 (sol), kodlu ve ÇM6-%3 MnO kodlu (üst) sırlar, püskürtme yöntemi, 1200 °C (Özkul, 2023)

### 3.5.5. Koku difüzörü tasarımı

Doğanın sonsuz imkanlarından ilham alınarak tasarlanan bu difüzörlerle kokunun nazikçe havaya yayılmasına tanık olmak, formun üzerinde görünen difüzör denilen derin kısım içine birkaç damla esansiyel yağ uygulanarak uzun süre bu kokunun keyfini çıkarmak mümkün olacaktır. Uçucu yağların emilim oranı birbirinden farklıdır bu sebeple kokunun süresi kullanılan esansa göre değişebilir.



**Görsel 3.42.** Döküm yöntemi ile şekillendirme ÇS18 (sol), ÇS27 (üst), ÇS26, HS6-%3 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (sağ) kodlu sır, püskürtme yöntemi, 1200 °C (Özkul, 2023)

### 3.5.6. Dekoratif Odunpazarı ev tasarımı

İki şehri birleştiren bir tasarım olarak düşünülmüştür. Eskişehir Odunpazarı evleri Çanakkale'ye has Çan taşından elde edilen sırlar ile sırlanmıştır. Çanakkale'de doğup Eskişehir'de yaşamının sentezi olarak ortaya çıkmıştır.



**Görsel 3.43.** Döküm yöntemi ile şekillendirme ÇS27 (a), ÇS25 (b), ÇS18 (c) kodlu sırlar, daldırma yöntemi, 1200 °C (Özkul, 2023)

## SONUÇ

Seramik geçmiş medeniyetlerde ihtiyaç olarak üretilmeye başlamış giderek boyut kazanarak sanata dönüşmüştür. Günümüzde endüstri alanındaki gelişmeler seramik sanatıyla birleşerek farklı bir boyut kazanmıştır.

Seramiğin gelişen endüstriyle beraber seri üretime dönüşmesi hammadde alanında sıkıntılara sebep olmuştur. Talep arttıkça kullanılan hammadde miktarlarının da artması üreticiyi alternatif hammadde kaynakları bulmaya yönlendirmiştir.

Doğal kaynakların seramik yapımında kullanımı yüzyıllar önce başlamış, yıllar içerisinde sanayileşerek endüstriyel hammaddelere evrilmiştir. Günümüzde hammadde alanında yaşanan sıkıntılar üreticileri doğal kaynaklara yöneltmiştir. Doğal kaynaklar insanlık için büyük bir nimettir. Her alanda kullanımı mümkündür.

Kolay işlenebilir olan tüfler; yapı sektörü, mimari, sanatsal, işleme, peyzaj tasarımı, heykel ve seramik hammaddesi gibi pek çok alanda kullanılmaktadır. Zengin tüf yataklarına sahip Çanakkale ili 1. Derece arkeolojik sit alanı olduğundan dolayı belirli bölgelerde geleneksel yöntemler ile çıkarılan ve taş atölyelerinde işlenmek için atölyelere yollanan parçalardan kalan ve üretim sonucu oluşan atıklar bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. İşletme sahasında çok miktarda geri dönüşümü mümkün olmayan parçalar ve cüruf atık bulunmaktadır. Aktif olarak işleyen bir tane ocak olmasından dolayı işletme kayaçları her alanda her halini kullanmaya çalışmaktadır fakat işletme sahasına dağılan küçük çakıl parçalar ve havuzlarda biriken üretim sonu tozların geri dönüşümü ve kullanımı mümkün değildir. Bu atıkların belediyeler tarafından belirlenen katı atık alanlarında biriktirilmesi gerekmektedir. Fakat bu işlem, sürekli bir iş gücü gerektirdiği ve zaman, maliyet açısından işletmeyi olumsuz etkilediği için göz ardı edilmektedir. Bu sebeple atıklar zaman içerisinde işletme sahasında toprakla bütünleşerek toprağın kalitesini düşürmektedir. Araştırma kapsamında toprağı korumak, sürdürülebilir bir yol bulmak adına atıklardan alternatif kullanım alanları bulmak için numuneler alınmıştır. Kimyasal ve fiziksel analizler sonucu çan taşı atıklarının, seramik hammaddesi olarak kullanılacak silika, alümina, alkali, kalsiyum ve magnezyum oksit özelliklere sahip olduğu gözlenmiştir.

Deneysel çalışmalar çan taşı atıklarının farklı pişirim sıcaklıklarındaki hareketleri gözlemlenerek en doğru sonucu veren pişirim sıcaklıkları 1160 °C-1200 °C olarak belirlenmiştir. 1160 °C-1200 °C atık doğrudan öğütülerek tek başına sır halinde kullanıldığında pekişmiş astar özelliğine sahip kızıl kahve- koyu kahve mat bir yüzey

oluşturmaktadır. Çan taşı atığı ile sır yapıcı ergitici hammaddeler kullanıldığında ve atığın miktarı arttırıldığında sırlı yüzeylerdeki renklerin değiştigi renklerin koyulaştigi ve farklı yüzey dokuları oluştuğu görölmektedir.

Bu çalışmada yer alan tüm deneysel araştırmalar ve uygulamalar Çan taşı atıklarının fiziksel ve kimyasal yapısının seramik hammadde kaynağı olarak kullanılabilceğini göstermektedir. Hazırlanan reçetelere göre an taşı atıklarının pişirim sıcaklığı ve atıkların oranlarına bağlı olarak alternatif bir seramik hammaddesi olabileceği düşünölmektedir.

## KAYNAKÇA

- Akdaş H., Bozkurt M.R., Dikduran T., (2001). *Çan Taşı- Desenli Yapıtaşı*, Türkiye III. Mermer Sempozyumu (Mersem '2001) Bildiriler Kitabı, 3-5 Mayıs /Afyon.
- Tekin İ., (2009). *Çan Taşı Ekonomisi*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Asniar N., Purwana Y.M., and Surjandari N.S., (2019). *Tuff as Rock and Soil: Review of the Literature on Tuff Geotechnical, Chemical and Mineralogical Properties around the World and in Indonesia*, Exploring Resources, Process and Design for Sustainable Urban Development AIP Conference Proceedings 2114, 050022-1-9).
- Aydoğdu, F., (2015). *Seramik Çamur ve Sır Bünyelerinde Sleyt Atıklarının Kullanımı*, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Seramik Anasanat Dalı, Afyonkarahisar.
- Aydoğdu F., Çakı M., (2015). *Slate Rock Waste as a Ceramic Raw Material*, Journal of The Australian Ceramic Society, Volume 51[2], 54 – 62 Yeşilay 2018 mermer atıkları makaleler.
- Bayırlı M., Pekin A., (2013). *Volkanik Tüf Yüzeyi Gözeneklerinin Özelliklerinin Birikinti Geometrisi Kullanarak İncelenmesi*, BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi Cilt 15(2) 66-72.
- Haldar S. K., Tısljar J., (2014). *Introduction to Mineralogy and Petrology*, 2014 Elsevier Inc.,p. 1-5.
- Britt J., (2007). *The complete Guide to High Fire Glazes*, Lark Books, A Division of Sterling Publishing Co., Ing., Newyork.
- Caki M., Karasu B, Kaya G., *Use of Iron and Zinc Oxide Based Pigments in Stoneware Glazes*, 10th ECerS Conf., Göller Verlag, Baden-Baden, 2007, 1784-1787, ISBN: 3-87264-022-4.
- Caki M., B. Karasu, S. Yesilay, R. Imrak and C. Bayraktar, *The Use of Fired Roof Tile and Brick Wastes in Stoneware Bodies as Alternative Raw Materials*, REWAS 2008 Global Symposium on Recycling, Waste Treatment and Clean Technology, 1541-1548, Cancun, Mexico, 2008.
- Çetin S., Kılınç N., (2004). *Tüysüz Köyü Bazaltının Duvar Karosu Sırlarında Kullanım Olanakları*, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt: 13Sayı: 2, 2004.

- Daly G., (1995). *Glazes And Glazing Techniques*, A&C BLACK Limited, P. 31- 48, Great Britain.
- Eppler R.R. and Eppler D.R., “Glazes and Glass Coatings”, The American Ceramic Society, Westerville, Ohio,1998, p. 19.
- Erenoğlu O., (2017). *Çan Taşı Tüfü ’nün Mineralojik Özellikleri ve Jeokronolojisi (Biga Yarımadası, KB Türkiye)*, Türkiye Jeoloji Bülteni Geological Bulletin of Turkey 60 (433).
- Ergul S., Ferrante F., Piscicella P., Karamanov A., Pelino M., (2009). *Characterization of basaltic tuffs and their applications for the production of ceramic and glass-ceramic materials*, Ceramics International, 35 (2789–2795).
- Ergun H., (2009). *Afyonkarahisar Bölgesi Andezitlerinin Seramik Çamur ve Sır Bünyelerinde Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Seramik Anasanat Dalı, Afyonkarahisar.
- Göksel M.M., (2021). *Isparta Gelincik Köyü Yöresi Pomzasının Seramik Çamur ve Sırlarında Kullanımı*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Eskişehir.
- Haldar S. K., Tisljar J., (2014). *Introduction to Mineralogy and Petrology*, 2014 Elsevier Inc.,p. 1-5.
- Hopper R., (2001). *The Ceramic Spectrum A Simplified Approach to glaze &Color Development*, Second Edition, Krause Publication, U.S.A, p. 92.
- Karahan D.S., (2018). *Dünyada ve Türkiye’de Doğal Taşlar*, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Fizibilite Etütleri Daire Başkanlığı, s: 2.
- Kayacı K., Köstebekçi N., Küçüker A.S., Uzun M., Kara A., (2009). *Mermer Kesim ve Frit Atıklarının Porselen Karo Bünyelerinde Beraber Kullanımı*, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi.
- Kubat L., *Geçmişten Günümüze Doğal Taşlar Ve Ispartagönen Trakitinin Seramik Bünyelerde Kullanımı*, Sanatta Yeterlik Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Sanat ve Tasarım Anasanat Dalı, Isparta, 2014.
- Kubat, Ş., (2009). *“Balıkesir-Dursunbey Bölgesi Silisli Kilinin ve Seydişehir Alüminyum Tesisi Atığı Kırmızı Çamurunun Seramik Bünyelerde Kullanım Olanaklarının Araştırılması”*, Sanatta Yeterlik Tezi, Anadolu Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü.

- Kronberg T., *Properties of raw glazes –The impact of composition, firing and functional coatings*, Painosalama Oy – Turku, Finland, 2020, p. 11-12.
- Levitskii I.A., Pozniak A.I., Baranceva S.E., (2013). *Effects of the Basaltic Tuff Additions on the Properties, Structure and Phase Composition of the Ceramic Tiles for Interior Wall Facing*, *Procedia Engineering*, 57, 707 – 713).
- Mirdalı N. K., (2016). *Utilization of Chromite Waste as Colorant in Single Fired Wall Tile Glaze Compositions*, *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 31(ÖS 2), ss. ÖS 9-ÖS 14, Ekim.
- Nicoleta C., Gyorgy T., Anca-A.B., Horia C., Andrei C., and Mircea N., (2021). *Volcanic Tuff as Secondary Raw Material in the Production of Clay Bricks Materials*, 14, 6872.
- Özkan İ., Mete Z., Elçi H., Dokumacı E., (2009). *Alaçatı (Çeşme) Tufünün Karo Üretiminde Kullanılabilirliğinin Araştırılması*, *Afyonkocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi*, Cilt: 9 Sayı: 3, 189-195).
- Pözl C., Siegesmund S., López- Doncel R., Dohrmann R., (2022). *Key parameters of volcanic tuffs used as building stone: a statistical approach*, Rhodes D., *Clay and Glazes for the Pottery*, Chilton Book Company Radnor, Pennsylvania, 1973.
- Serra M.F., Conconi M.S., Suarez G., Aglietti E.F., Rendtorff N.M., (2015). *Volcanic ash as flux in clay based triaxial ceramic materials, effect of the firing temperature in phases and mechanical properties*, *Ceramics International* 41, 6169–6177).
- Sutherland B., *Glazes From Natural Sources A working Handbook For Potters*, A&C Black, London, 2005, p.3-4.
- Taylor J. R. and Bull A.C., (1968). “Ceramic Glaze Technology”, Pergamon Press, U.K., England, p. 1-11-12.
- Tusun E., (2011). *Pomzanın Sır Bünyesinde (1200 °C) Kullanımı*, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Seramik Anasanat Dalı, Afyonkarahisar.
- Türkdönmez Oya, Bozcu M., (2012). *The Geological, Petrographical and Engineering Properties of Rhyolitic Tuffs (Çan Stone) in Çan-Etili Area (Çanakkale), NW Turkey: Their Usage as Building and Covering Stones*, *Open Journal of Geology*, 2, 25-33.

Umar M., (2018). *Nevşehir Yöresi Volkanik Tüflerden Üretilen Kesme Taş Atığının Seramik Sırlarda Değerlendirilmesinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Seramik Anabilim Dalı.

### **İNTERNET KAYNAKLARI**

http-1: <https://arkeofili.com/athena-tapinaginda-bulunan-bustler-muzede-sergilenecek/>

(Erişim Tarihi: 19.04.2023)

http-2: <https://www.alexstrekeisen.it/english/vulc/rhyolite.php>.

(Erişim Tarihi: 24.04.2023)

http-3: [https://geologyscience.com/rocks/tuff/#Rhyolitic\\_tuff](https://geologyscience.com/rocks/tuff/#Rhyolitic_tuff)

(Erişim Tarihi: 02.05.2023)

http-4: <https://www.brooklynmuseum.org/opencollection/objects/16410>

(Erişim Tarihi: 03.05.2023)