

**ELAZIĞ-USLU KÖYÜ ÇÖMLEKÇİ KİLİNİN  
SERAMİK ÇAMUR, SIR VE ASTAR  
BÜNYELERİNDE KULLANIM ÖZELLİKLERİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

Pınar BİÇİCİ  
Yüksek Lisans Tezi

Seramik Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Ocak-2010

## JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

**Pınar Biçici'** nin **"Elazığ – Uslu Köyü Çömlekçi Kilinin Seramik Çamur, Sır ve Astar Bünyelerinde Kullanım Özelliklerinin Araştırılması"** başlıklı **Seramik Mühendisliği** Anabilim Dalındaki, Yüksek Lisans tezi 18.12.2009 tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim – Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

**Adı-Soyadı**

**İmza**

**Üye (Tez Danışmanı) : Doç. Dr. MÜNEVVER ÇAKI**

.....

**Üye : Prof. Dr. NURAN AY**

.....

**Üye : Doç. Dr. SONER GENÇ**

.....

**Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun..... tarih ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.**

**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### ELAZIĞ-USLU KÖYÜ ÇÖMLEKÇİ KİLİNİN SERAMİK ÇAMUR, SIR VE ASTAR BÜNYELERİNDE KULLANIM ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Pınar BİÇİCİ

Anadolu Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Seramik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Münevver ÇAKI

2010, 72 sayfa

Anadolu, Neolitik dönemlerden bugüne geleneksel anlamda seramik üretimi yapan merkezler açısından zengin bir tarihi geçmişe sahiptir. Mevcut kaynaklara göre yüzyıllık bir geçmişi bulunan Elazığ ili, Sivrice İlçesi, Uslu köyü önemli geleneksel çömlek üretim merkezlerdendir.

Bu çalışmada, kırmızı kilin seramik astar, çamur ve sır bünyelerinde alternatif hammadde olarak ve geleneksel kullanımın dışında farklı şekillerde değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Uslu köyü kırmızı kilinin mineralojik, fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiştir ve reçetelerde kullanılmıştır. 1000-1160 °C sıcaklık aralığında açık kiremit renginden kırmızı kahverengiye değişen bir renk değişimi gösteren kilin, herhangi bir katkı ilavesine gerek olmadan, öğütüldükten sonra astar hammaddesi olarak kullanılabileceği belirlenmiştir. Kuru mukavemet değeri; 39,12 kg/cm<sup>2</sup> olan kil tek başına ve stoneware çamur reçetesi içinde kullanıldığında uygun plastik (yarı yaş) şekillendirme özelliklerine sahiptir. Kırmızı kil; bor, alkali ve kurşun içeren ergiticilerle birlikte zengin görsel etkilere sahip sırlı yüzeyler oluşturmuştur. Bu nedenle yüzyılı aşkın bir süre boyunca klasik çömlek üretiminde kullanılan bu hammaddenin, astar, çamur ve sır bileşeni olarak değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Uslu köyü, kırmızı kil, astar, stoneware sır

**ABSTRACT**  
**Master of Science Thesis**

**THE USE OF ELAZIĞ - USLU POTTERY CLAY**  
**IN CERAMIC BODY, GLAZE AND ENGOBE**

**Pınar BİÇİCİ**  
**Anadolu University**  
**Graduate School of Science**  
**Ceramic Engineering Program**

**Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Münevver ÇAKI**  
**2010, 72 pages**

Anatolia has a rich history in terms of the centers which produce ceramic traditionally from Neolithic ages to today. Uslu village, which is in the District of Sivrice in the town of Elazığ and which has a hundred years' history according to the present sources, is one of the important centers of traditional pot production.

In this study, it is aimed to make profitable use of the red clay as an alternative raw material within the bodies of ceramic engobe, body and glaze and to utilize it in different forms other than the traditional use. The mineralogic, physical and chemical features of the red clay in the Uslu village has been studied. It is determined that the clay, which shows a colour change from light tile colour to reddish brown between 1000-1160 °C temperatures, can be used as an engobe raw material after grinding without the necessity for any other additions. When the clay of which dry resistance value is 39,12 kg/cm<sup>2</sup> is used alone and in the stoneware body prescription, it has the special features of giving appropriate plastic ( half wet ) shapes. The red clay has formed glazing surfaces which have rich visual effects together with the flux which include boron, alkali and lead. For this reason, it is concluded that this raw material which has been used in classic pottery production for over than a century can also be used as engobe, body and glaze component.

**Key Words:** : Uslu village, red clay, engobe, stoneware glaze

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                                            | <u>Sayfa</u> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| ÖZET.....                                                                                                  | i            |
| ABSTRACT .....                                                                                             | ii           |
| İÇİNDEKİLER .....                                                                                          | iii          |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....                                                                                      | v            |
| ÇİZELGELER DİZİNİ .....                                                                                    | vii          |
| <br>                                                                                                       |              |
| 1. GİRİŞ .....                                                                                             | 1            |
| <br>                                                                                                       |              |
| 2. KİL MİNERALLERİ .....                                                                                   | 3            |
| 2.1. Tanım ve sınıflandırma .....                                                                          | 3            |
| 2.2. Kil minerallerinin oluşumu .....                                                                      | 7            |
| 2.3. Kil Minerallerinin Genel Özellikleri.....                                                             | 9            |
| 2.3.1. Bileşim .....                                                                                       | 9            |
| 2.3.2. Pişme Öncesi ve Sonrası Renk.....                                                                   | 10           |
| 2.3.3. Plastiklik.....                                                                                     | 10           |
| 2.4. Kırmızı Killer .....                                                                                  | 11           |
| <br>                                                                                                       |              |
| 3. ASTAR VE ASTAR SIRLAR.....                                                                              | 14           |
| 3.1. Astar .....                                                                                           | 14           |
| 3.2. Astar Sırlar .....                                                                                    | 16           |
| <br>                                                                                                       |              |
| 4. TÜRKİYE’DEKİ GELENEKSEL ÇÖMLEK<br>ÜRETİM MERKEZLERİ VE HAMMADDELERİ ÜZERİNE<br>YAPILAN ÇALIŞMALAR ..... | 18           |
| <br>                                                                                                       |              |
| 5. USLU KÖYÜ ÇÖMLEKÇİLİĞİ .....                                                                            | 23           |

|                                                                                   | <u>Sayfa</u> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>6. DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....</b>                                                | <b>35</b>    |
| 6.1. Deneylerde Kullanılan hammaddeler.....                                       | 35           |
| 6.2. Deneylerde Kullanılan Cihazlar.....                                          | 35           |
| 6.3. Uslu Köyü Kırmızı Kil ve Sır Numunelerine Uygulanan Testler.....             | 36           |
| 6.3.1. Elektrolit Deneyi .....                                                    | 36           |
| 6.3.2 Mukavemet Deneyi .....                                                      | 37           |
| 6.3.3. Boyutça Küçülme Deneyi .....                                               | 38           |
| 6.3.4. Su Emme Deneyi .....                                                       | 38           |
| 6.3.5. Yoğrulma Suyu Deneyi.....                                                  | 39           |
| 6.3.6. Pişme Rengi Tayini .....                                                   | 39           |
| 6.3.7. Dilatometre.....                                                           | 40           |
| 6.4. Uslu Köyü Kırmızı Kilinin Astar Malzemesi Olarak Kullanımı .....             | 40           |
| 6.5. Uslu Köyü Kırmızı Kilinin Stoneware Bünyelerde Kullanımı .....               | 40           |
| 6.6. Uslu Köyü Kırmızı Kilinin Sır Bileşeni Olarak Kullanımı.....                 | 41           |
| <b>7.DENEYSEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....</b>                                       | <b>42</b>    |
| 7.1. Hammadde Testleri ve Sonuçları .....                                         | 42           |
| 7.2. Uslu Köyü Kırmızı Kili ile Yapılan Astar Uygulama Sonuçları .....            | 50           |
| 7.3. Uslu Köyü Kırmızı Kili ile Üretilen<br>Stoneware Bünyelerin Özellikleri..... | 52           |
| 7.4. Uslu Köyü Kırmızı Kilinin Sır Bileşeni<br>Olarak Kullanım Sonucu.....        | 56           |
| <b>8. GENEL DEĞERLENDİRME .....</b>                                               | <b>66</b>    |
| <b>KAYNAKLAR .....</b>                                                            | <b>68</b>    |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.1. Uslu köyünün genel görünüşü.....                                                                                         | 23 |
| 5.2. Uslu köyü kilinin çıkarılma ve elenme aşaması (çömlek toprağı).....                                                      | 24 |
| 5.3. Spatula (Çetecek) ile şekillendirme işlemi.....                                                                          | 25 |
| 5.4. Çömleklerin yapıldığı kalıp (Nişan) .....                                                                                | 26 |
| 5.5. Çömleğin tabanının açılma işlemi.....                                                                                    | 27 |
| 5.6. Simit tekniğiyle gövdenin oluşturulması .....                                                                            | 27 |
| 5.7. Şekillendirme sırasında kalıbın ayak başparmağıyla döndürülüşü .....                                                     | 28 |
| 5.8. Şekillendirme aşaması tamamlanmış ürün.....                                                                              | 29 |
| 5.9. Pişme öncesi ürünlerin yerleştirilmesi .....                                                                             | 30 |
| 5.10. Pişirim işlemi .....                                                                                                    | 30 |
| 5.11. Pişirim sonucu temizlenmeye hazır ürünler .....                                                                         | 31 |
| 5.12. Pişirim sonunda temizlenmiş ürünler.....                                                                                | 31 |
| 5.13. İsteğe bağlı olarak dekorlama işlemi .....                                                                              | 32 |
| 5.14. Ağız açık güveç ve sürahi .....                                                                                         | 33 |
| 5.15. Sancı Duvağı .....                                                                                                      | 33 |
| 5.16. Ürünlerin kullanılış biçimleri.....                                                                                     | 34 |
| 7.1.Uslu köy kırmızı kilinin XRD desenleri .....                                                                              | 43 |
| 7.2. Uslu köyü kırmızı kilinin doğal<br>görünümü ve farklı sıcaklıklardaki pişme renkleri .....                               | 44 |
| 7.3. Uslu köyü kırmızı kilinin dilatometre grafiği .....                                                                      | 45 |
| 7.4. Uslu köyü kırmızı kilinin tane boyut dağılımı .....                                                                      | 46 |
| 7.5. Uslu köyü kırmızı kilinin TG/ DTA grafiği .....                                                                          | 47 |
| 7.6. Uslu köyü kırmızı kili ile şekillendirilen<br>plakaların pişirim sonrası yüzey görüntüleri.....                          | 48 |
| 7.7. Uslu köyü kırmızı kili ile tornada şekillendirilen<br>formların 1160 °C'deki pişirim sonrası yüzey görüntüleri .....     | 49 |
| 7.8. Uslu köy kırmızı kili ile tornada şekillendirilen formların<br>1160°C'deki sırlı pişirim sonrası yüzey görüntüleri ..... | 50 |

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 7.9. Stoneware bünye üzerinde astarlı pişirim sonuçları.....                                    | 51 |
| 7.10. Astar üzerine 1000 °C ve 1160 °C sır uygulamaları .....                                   | 52 |
| 7.11. Standart ve Uslu Köyü kırmızı kili içeren<br>bünyelerin sırsız yüzey görüntüleri .....    | 54 |
| 7.12. Standart ve Uslu köyü kırmızı kili içeren<br>bünyelerin sırlı yüzey görüntüleri.....      | 55 |
| 7.13. Üleksit -Uslu köyü kırmızı kili katkılı sırların<br>1160 °C ‘deki pişme renkleri .....    | 59 |
| 7.14. Sülyen -Uslu köyü kırmızı kili katkılı sırların<br>1160 °C ‘deki pişme renkleri .....     | 62 |
| 7.15. Ticari firit-Uslu köyü kırmızı kil katkılı sırların<br>1160 °C ‘deki pişme renkleri ..... | 64 |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

|                                                                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1. Degens'e göre kil minerallerinin sınıflandırması .....                                                                                             | 6  |
| 2.2. R.L. Bates'e göre kil minerallerinin sınıflandırması<br>( A: fiziksel ve kimyasal ayrışma, H: hidrotermal ayrışma,<br>KÇ: kimyasal çökeltim) ..... | 7  |
| 6.1. Uslu köyü kırmızı kiline,<br>bünye ve sır numunelerine uygulanan testler.....                                                                      | 36 |
| 7.1. Astar, çamur ve sır reçetelerinde kullanılan hammaddelerin<br>kimyasal bileşimleri (ağırlıkça % ) .....                                            | 42 |
| 7.2. Uslu Köyü kırmızı kilinin fiziksel özellikleri .....                                                                                               | 45 |
| 7.3. Şeffaf stoneware sırnın Seger formülü.....                                                                                                         | 50 |
| 7.4. Standart (STD1, STD2) ve Uslu köyü<br>kırmızı kil katkıları (UR1, UR2, ) plastik çamur reçeteleri.....                                             | 53 |
| 7.5. Üretilen stoneware bünyelerin toplam küçülme, su emme<br>değerleri .....                                                                           | 53 |
| 7.6. Üleksit ve Uslu köyü kırmızı kili katkıları sırların<br>reçete bileşimleri (ağırlıkça %) ve Seger formülleri.....                                  | 56 |
| 7.7. Üleksit ve Uslu köyü kırmızı kili içeren sır denemelerinin<br>renk ölçüm sonuçları .....                                                           | 58 |
| 7.8. Sülyen ve Uslu köyü kırmızı kili katkıları sırların reçete bileşimleri<br>(ağırlıkça%) ve Seger formülleri.....                                    | 60 |
| 7.9. Sülyen ve Uslu köyü kırmızı kili içeren sır<br>denemelerinin renk ölçüm sonuçları .....                                                            | 60 |
| 7.10. Ticari firit (T.firit) ve Uslu köyü kırmızı kili katkıları<br>sırların reçete (ağırlıkça%) bileşimleri ve Seger formülleri.....                   | 63 |

## 1. GİRİŞ

Çömlek insan tarafından yaratılan, eski Yunanlıların kabul ettiği gibi yeryüzünü oluşturan dört eleman olan toprak, su, hava ve ateşin birleşimidir. Toprakten yapılır, suyla şekillendirilir, havada kurutulur ve ateşle dayanıklı hale getirilir. Seramik olarak bilinen, büyük teknoloji küresi içinde bulunan pek çok malzemedenden birisidir. Prehistorik dönemden, 21. yüzyıl endüstrilerine kadar insanoğlunun çabalarının bir dönüşümü ve sonucudur. Üretim ve kullanım açısından çok uzun bir tarihi vardır. Artistik, estetik, arkeolojik, kimyasal, mineralojik ve mekanik özellikleri içeren pek çok açıdan geniş olarak ele alınmıştır. Çömlek üretimindeki önemli nokta; ürünü şekillendirmek ve sonrasında ateşle karşılaştırmaktır [1, 2].

Çömlek yapımında kullanılan temel hammadde, bulunduğu bölgeye göre farklı bileşim, renk ve plastisite özellikleri gösteren kildir. Kimyasal bileşimlerine ve pişme sıcaklıklarına bağlı olarak kırmızıdan kahveye değişen bir renk çeşitliliği gösterirler. Bazı kil tipleri, bileşenlerindeki silis ve benzeri bileşenlerden dolayı plastik değildirler, ancak genellikle plastiklik özellikleri yüksektir. Bir başka malzeme ilavesine gerek duyulmadan değerlendirilebilirler. Kilin belirli oranda suyla karıştırılması ile ortaya çıkan plastisite karakteri; kilin tane boyutu, türü, içerdiği organik maddeler ve kil yatağına bağlı olarak değişiklik gösterir. Bir çömlekçi için, yöresinden çıkan toprakları tanıyıp özelliklerine göre gerekli oranlarda karıştırması, çömlek için dezavantaj olan kolay kırılma ve çatlamaları önlemesi veya kontrol altına alması oldukça önemlidir. İnsanoğlunun yerleşik hayata geçmesiyle çömlek yapımı giderek bir mesleğe dönüşmüştür [3].

Neolitik çağdan bu yana çömlekçilik sanatı geçirdiği tüm tarihsel evrelerle Anadolu’da halen yaşamaktadır. En ilkel veya en gelişmiş yöntemlerle çömlekçilik sanatı Türkiye’de büyük bir rahatlık ve yüksek düzeyde el ustalığıyla uygulanmakta, tahminlerin üstünde bir ölçüde yaşanmaktadır [1] .

Anadolu’da farklı kentlerde neolitik dönemden günümüze kadar süregelen geleneksel üretim yapan merkezler ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu geleneksel üretim merkezleri, tarihsel gelişim, kullanılan hammaddeler, üretim aşamaları ve ürün tipleri açısından incelenerek ortaya

ıkarılmıştır. Sayıları giderek azalmakta olan  mleki merkezlerinin yaşamlarını sürdürebilmeleri ve gelişebilmeleri açısından bu araştırmalar büyük önem taşımaktadır.

Kırmızı killeri doğada yaygın ve genellikle toprak yüzeyine yakın olarak bulunan malzemelerdir. Neolitik dönemden itibaren dünyadaki seramiklerin çoğu bu killerden yapılmıştır. Günümüzde de sanatsal ve dekoratif formlardan, teknik ve fonksiyonel özellikleri ön planda olan  r nlere kadar çok geniş bir yelpazede üretim devam etmektedir. Çoğu, belirli miktarlarda demir ve diğer safsızlıkları içerir. Demir oksidin varlığından dolayı ham halde kırmızı, kahverengi, yeşilimsi veya gri olabilirler. Pişirildiklerinde bileşim ve pişme koşullarına göre bünyenin rengi; pembeden, devetüyü (buff), sarımsı kahve (tan), kırmızı, kahve veya siyaha kadar zengin bir skalada değişebilir.

Bu alışmada, Elazığ İli, Sivrice ilçesine bağlı, Uslu köyünde, çömlek üretiminde kullanılan kırmızı kil araştırılmıştır. 100 yıldan fazla bir çömlekçilik geleneği olan bölgede; yayık, güveç, testi, çanak, k p, sürahi ve benzeri geleneksel formların  retildeği kırmızı kilin karakterizasyonu yapılmıştır. Kil örneğinin fiziksel, kimyasal ve mineralojik özellikleri belirlendikten sonra, alınan verilerden yararlanılarak 1000–1160  C’ de pişen kırmızı ve kahverengi renkli formların  rimi ve ayrıca kilin beyaz pişme rengine sahip stoneware bünye üzerinde astar olarak kullanımı araştırılmıştır. Son olarak, ikili sistem içinde kil, ergiticilerle birlikte ham sır bileşeni olarak kullanılmıştır.

## 2. KİL MİNERALLERİ

### 2.1. Tanım ve Sınıflandırma

Silikat mineralleri, doğada bulunan bütün minerallerin üçte birini, yerkabuğu bileşiminin ise %90'ını teşkil eder. Yer kabuğunda en fazla bulunan silikat mineralleri; olivin, piroksen, amfibol, mika, kil, feldispat, granat grubu mineraller, kuvars ve alüminyum silikatlarıdır. Silikatlar sadece magmatik kayaların değil, kontak metamorfik kayaların ve bunların ayrışma ürünlerinin, tortul kayaların çoğunun ve kristal şistlerin ana bileşenidir. Killer, metal olmayan fakat ekonomik önem taşıyan silikat minerallerindendir [5]. Geleneksel seramik üretiminde kullanılan killer, ürün tipine ve üretim koşullarına bağlı olarak son ürünün fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesinde önemli rol oynarlar.

Seramikler ticari olarak oksit mineralleri veya bileşenlerine ayrılabilen hidroksit, karbonat, silikat, sülfat, fosfat vb. minerallerden elde edilmektedirler. Bu mineraller, yeryüzünde yaygın olarak bulunan elementlerden oluşmaktadır. Yerkabuğunda oksijen miktarının fazla olmasından dolayı doğada bulunan tüm minerallerin yarısı oksit, karmaşık oksit ve silikatlardan meydana gelmektedir. Seramik üretiminde kullanılan en önemli mineraller; kil mineralleri, feldispat ve kuvarstır.

Seramiklerin içerisindeki elementler bulundukları miktara göre sırasıyla; O, Si, Al, Ca, Mg, Ti, Na ve K 'dur. Seramik için önemli minerallerin büyük bir kısmı; granit, riolit, andezit, dasit ve bazalt gibi magmatik kayaların değişik koşullarda dönüşüme uğramasıyla elde edilmektedir. Bu mineraller çoğunlukla karmaşık silikatlar olup bileşimlerinde Si, Al ve alkali elementler bulunur. Kil minerallerinin çeşitli endüstriyel alanlarda (seramik, kimya, petrol endüstrisi vb.) kullanılmasında bu minerallerin kristal yapısı ve kimyası arasında yakın bir ilişki vardır [5].

Kil deyimi, bir kayaç terimi olarak, sedimenter kayaların ve toprakların, mekanik analizlerinde tane iriliğini ifade eden bir terim olarak kullanılmaktadır. Killer, volkanik kayaların jeolojik koşullarda çözülmelerinden

meydana gelir. Wentworth tarafından 1922’de tane büyüklüğü 4 mikrondan (1/250 mm) daha küçük taneciklere kil denmesi teklif edilmiştir. Kilin türü, ana kayacın cinsine ve geçirdiği sürece bağlıdır [7, 8].

Kil minerallerinin, uzun yıllardan beri çeşitli yöntemler ile bileşimleri, oluş ve bulunuş şekilleri, orijinleri, özellikleri, tayin etme yolları ve ekonomik değerleri incelenmektedir. Farklı litolojik özellikte kayaçların içinde bulunan kil minerallerinin oluşumu, dağılışı ve ortam koşulları da araştırılmaktadır [9].

Genel olarak kil, bir kristal yapıya sahip, tabii, toprağımsı, ince taneli, belirli miktarda su katıldığı zaman plastikliği artan bir malzemedir. Kil mineralleri esas itibariyle sulu alüminyum silikatlardır. Burada  $\text{SiO}_2$  ve  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tetraederleri, tabakalar meydana getirmek üzere çeşitli şekillerde birleşir ve çeşitli özellikte kil minerallerini meydana getirir. Kil minerallerinin oluşabileceği bir ortamın bulunması, kil minerallerinin oluşumunda çok önemli bir etkidir. Kil yataklarının oluşumu sırasında ortam alkali olursa, kil minerallerinden sadece montmorillonit meydana gelir. Ortamda potasyum hâkim olacak olursa potasyumca zengin muskovit ve serisit içeren mikalı kil mineralleri oluşur [10].

Kil, çoğunlukla sulu alüminyum silikat minerallerinden (albit, ortoz, vb.) oluşan ısıtıldığında plastik özellik gösteren, kurutulduğunda ve pişirildiğinde sertleşen doğal bir hammaddedir. Genel olarak fillosilikatlardan ibaret olmasına karşın kuvars, feldispat, kalsit, dolomit, oksitler, hidroksitler ve organikler gibi diğer malzemeleri de içerir [11].

Yeryüzünün en yaygın materyallerinden biri olan kil; kolloidal veya kolloidal partikül boyutuna yakın bir boyuta, kil minerali için gerekli bileşime (sulu alüminyum silikat) ve belirli bir plastisiteye sahiptir. Genel olarak tanımlanırsa, kil: çok ince taneli bir sediman minerali olup, tane boyu 0,02 mm’den daha küçüktür. Kili oluşturan ana elemanlar, alüminyum içeriği yüksek olan minerallerdir. Bu minerallerin başında kaolin gelmektedir. Halloysit, illit ve montmorillonitte kilin bünyesinde bulunabilir. Montmorillonitin ana bileşen olması halinde kil; bentonit olarak isimlendirilir [12].

Bazı minerallerde alüminyumun yerini tamamen veya kısmen Fe veya Mg alır. Alkali mineraller veya alkali metaller kil minerallerinin esas bileşenleri olarak bulunurlar. Buna göre çok çeşitli renk ve özellikte olurlar. Bazı killer tek

bir kil mineralinden ibarettir. Fakat çoğu alüminyum silikatlarla beraber demir, magnezyum, sodyum, kalsiyum ve potasyum bileşikleri gibi birkaç mineralin karışımı olarak bulunur. Birçok kil minerali de ayrıca organik madde ve suda çözünebilen tuzları da içerebilmektedir. Kil oluşumunda ana kayaç, etkili olduğu kadar, taşıma, yıkama, kimyasal reaksiyonlar da etkili olmaktadır [9, 13].

Killerin mavi, gri, yeşil ve siyah gibi farklı renklerde bulunması, çoğunlukla bünyelerindeki organik maddelerin cinsine ve miktarına bağlıdır. Killer, metal oksitler ve organik maddelerle doğal olarak renklendirilmiş olarak bulunurlar. Kil saf olduğu zaman (kaolinit) rengi beyazdır. Bunun dışında killerin renkleri pişmeden önce kirli sarı, pembe, kırmızımsı, kestane rengi, mavimsi, yeşil, siyahımsı vb. renklerde olabilir. Kile kırmızı rengini veren hematit ve limonit gibi demir bileşikleridir. Kilde limonit bulunması durumunda rengi esmer, demir peroksit olması durumunda kırmızı, manganez dioksit veya lignit olması durumunda ise siyahtır. Pirit, gloukonit veya stronsiyum tuzları varsa açık yeşil, organik maddeler içeriyorsa kilin menekşe renginde olduğu bilinmektedir. Hammaddede bulunabilen temel bir renk verici oksit olan titanyum ise, renksiz olmasına karşın demirin renklendirici etkisini artırmaktadır. Toprakta  $TiO_2$ ,  $Cr_2O_3$  gibi oksitlerin varlığı, rengin sarı ve yeşilimsi olmasına;  $MgO$ ,  $MnO$  ve organik atıkların olması ise kahverengi olmasına neden olur. Boraks ise rengi açık tonlara çekmektedir [14].

Literatürde kil minerallerinin sınıflanmasında bir birliktelik mevcut değildir. Birçok araştırmacı tarafından kabul edilen sınıflamalar mevcuttur. Kil terimi hem hidrotermal faaliyetin sebep olduğu bozuşma ürünleri için, hem de sedimantasyon yoluyla çökelmiş taneler için geçerli bir kavram olarak sayılmakta olup, bu tür küçük parçacıkları oluşturan minerallere göre kimyasal sınıflamalar yapılmıştır. Degens, kil minerallerini kristal yapılarına bağlı olarak (Çizelge 2.1), R.L. Bates ise bileşim ve kökenlerine göre (Çizelge 2.2) sınıflandırmıştır.

**Çizelge 2.1.** Degens'e göre kil minerallerinin sınıflandırması

| <b>Tabaka</b>         | <b>Grup</b>                                                            | <b>Cins</b>                                      |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 2 Tabakalı olanlar    | Kaolinit Grubu<br>a) Eş boyutlu olanlar<br>b) Bir yönde uzamış olanlar | Kaolinit, Dikit<br>Halloysit                     |
| 3 Tabakalı olanlar    | Smektit Grubu<br>İllit Grubu<br>Vermikülit Grubu                       | Montmorillonit<br>Bediellit, İllit<br>Vermikülit |
| 4 Tabakalı olanlar    | Klorit Grubu                                                           | Klorit                                           |
| Zincir Yapısı olanlar | Sepiyolit Grubu                                                        | Sepiyolit<br>Atapulgit<br>Paligorskit            |

Kil sınıflama tablosundan anlaşılacağı gibi kaolinit, bir kil minerali olup, 2 tabakalı ve eş boyutlu özelliğinden dolayı diğer kil minerallerinden ayrılmaktadır. Bu ayrılma kristal yapısı dikkate alınarak yapılan bir mineralojik sınıflamadır. Fiziksel özellikleri ve bulunduğu ortam şartı nedeniyle kaolinleşme, orijinal ana kayacın alterasyon (bozunma) işleminin yerinde gerçekleşmesiyle oluşan cevherleşmedir. Yani bir kaolin yatağını bir kil yatağından ayıran en önemli fiziksel faktör, cevherleşme ile orijinal kayacın aynı yerde olmasıdır. Kil yatakları ise taşınarak depolanmış yataklardır. İster kaolin yatağında ister kil yatağında ana mineralin kaolinit olması halinde, kaolin olarak sınıflandırılabilir. Kil yatağında orijinal birincil mineralin başka mineral olması halinde kaolinden ayrılarak halloysit, illitik kil, montmorillonitik kil v.s gibi isimlerle orijinal kaynaktan itibaren ayrılmaktadır. Depolanma farkından dolayı, kaolinleşme ile orijinal mineralleri kaolinitten oluşan kil yatağı arasında kaolinit minerallerinde de bazı küçük farklılıklar olmaktadır [15].

R.E. Grim ise, çeşitli kil mineralleri için yapısal özelliklerine dayanan amorf ve kristalin olmak üzere bir sınıflandırma yapmıştır. Allofan grubu kil mineralleri bu sınıflandırmada amorf grup içine, kaolinit, montmorillonit, illit ve klorit ise kristalin grup içinde yer almaktadır.

**Çizelge 2.2.** R.L. Bates'e göre kil minerallerinin sınıflandırması ( A: fiziksel ve kimyasal ayrışma, H: hidrotermal ayrışma, KÇ: kimyasal çökelim)

| Grup                     | Bileşim                                                                                            | Kökeni |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>A. Kaolinit Grubu</b> |                                                                                                    |        |
| 1- Kaolinit              | $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5 (\text{OH})_4$                                                   | A,H    |
| 2- Dikit                 | $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5 (\text{OH})_4$                                                   | H      |
| 3- Nakrit                | $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5 (\text{OH})_4$                                                   | H      |
| 4- Anoksit               | $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5 (\text{OH})_4$                                                   | H      |
| 5- Halloysit             | $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5 (\text{OH})_4$                                                   | A      |
| 6- Endellit              | $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5 (\text{OH})_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$                         | A      |
| <b>B. Smektit Grubu</b>  |                                                                                                    |        |
| 1-Montmorillonit         | $\text{Mg}_2\text{Al}_2\text{Si}_4(\text{OH})_{12}(\text{Na},\text{Ca})$                           | H      |
| 2- Nontronit             | $\text{FeSi}_2\text{Al}_2\text{O}_{60}(\text{OH})_{12}(\text{Na}_2)$                               | H      |
| 3- Saponit               | $\text{Mg}_{18}\text{Si}_{22}\text{Al}_2\text{O}_{60}(\text{OH})_{12}(\text{Na}_2)$                | H      |
| 4- Beidellit             | $\text{Al}_{13}\text{Si}_{19}\text{Al}_5\text{O}_{60}(\text{OH})_{12}(\text{Na})$                  | H      |
| 5- Hektorit              | $\text{Li}_2(\text{Al},\text{Fe},\text{Mg})(\text{Si}_2\text{Al}_2)\text{O}_5\text{OH}$            | A      |
| <b>C. İllit Grubu</b>    |                                                                                                    |        |
| İllit                    | $(\text{Al}_4\text{Fe}_4\text{Mg}_6)\text{O}_{20}(\text{OH})_4\text{Ky}(\text{Si}_8\text{-yAl}_y)$ | A      |
| <b>D. Klorit Grubu</b>   |                                                                                                    |        |
| 1- Atapulgit             | $\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{20}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$                       | A, KÇ  |
| 2- Sepiyolit             | $\text{Mg}_6\text{Si}_8\text{O}_{20}(\text{OH})_4 \cdot n \text{H}_2\text{O}$                      | A, KÇ  |
| 3- Alofan                | $\text{Al}+\text{SiO}_2+\text{H}_2\text{O}$                                                        | A      |

## 2.2. Kil minerallerinin oluşumu

Kil mineralleri her tür sediman ile sedimanter kayaçlarda oluşurlar ve hidrotermal yatakların önemli bileşenleridirler. Volkanik veya sedimanter (tortul) kayaçların erozyon ürünleridir. Sedimanter kayaçların %40'ını oluştururlar [11, 16].

Sedimanter kayaçlar, üretim miktarı ve değer açısından magmatik ve metamorfik kayaçlara göre oldukça farklı bir yeredir. Metalik olmayanlar diğerlerine göre sıralandığında, sıralamada öncelikle; kum, çakıl, kireçtaşı, kil ve tuz materyalleri bulunur. Bunların tümünün değeri tüm endüstriyel kayaç ve minerallerin % 60 kadarını kapsar. Tonaj olarak ise %90 ve hatta daha fazlasını oluşturur. Tortulaşma veya sedimantasyon sonucu meydana gelirler; genellikle tabakalıdırlar ve çoğunlukla fosil içerirler.

Oluşumlarına göre; klastik (kırıntılı), organik ve kimyasal olmak üzere üç sınıfa ayrılırlar. Klastik tortul kayaçlar: çeşitli büyüklüklerde taş ve mineral parçalarının karalarda ve denizlerdeki tortulaşma havzalarında çökelmeleri ile meydana gelen taneli-parçacıklı kayaçlardır. Bu tip kayaçlarda farklı tür ve bileşimlerde mineral ve kayaç parçaları yer alır. Bunlar; kuvars (%35-50), kil mineralleri (serisit, muskovit, illit, montmorillonit, klorit, kaolinit, boksit grupları, %25-35), Feldispatlar, %5-15 (ortoglaslar plajioklaslardan daha çok), muskovit, biyotit, klorit (% 0,1-0,4), gibi minerallerdir. Bunlar arasında kil mineralleri önemli bir grup oluştururlar. Çoğu kil daha önceki mevcut kayaçların bir kalıntısı olarak oluşur. Kil, bozuşmuş kayacın yerinde kalabilir veya taşınarak sedimentler gibi depolanır.

Kil minerallerinin oluşumu, değişik olayların etkisi altında gerçekleşir. Kil yatakları, killi şist, grovak ve feldispatça zengin kayaçların alterasyon örtüsünden aşınma ve taşınma sonucu tatlı su havzalarında çökmesiyle oluşurlar.

Potasyumun tümüyle uzaklaştırıldığı ileri derecede bir ayrışma sonucunda kaolinit, yarı kurak ve ılımlı iklim kuşaklarında meydana gelen ayrışmalarla ve potasyumca zengin bir ortamda illit, killi kayaçların erozyonu ile serisit oluşur. Bazik kayaçların ve volkanik küllerin ılımlı iklim bölgelerindeki ayrışmaları ile magnezyumca zengin ortamlarda montmorillonit, lagünlerde ve sığ deniz diplerinde diyajenez, demirce zengin ortamlarda ise kloritler meydana gelir.

Kil oluşumu, tektonik hareketlerin yavaşladığı, iklimin yağışlı ve sıcak olduğu devirlerde yaygındır. Aşınma ve taşınma sürati, kaolinleşmeyi hazırlayan kimyasal olayların sona ermesine izin vermezse ortaya çıkan kil ve kaolin yataklarının kalitesi, tane inceliği, plastisite, ateşe dayanım ve homojenite yönünden düşük olur. Kil yatakları, genellikle tersiyer yaşlıdır. Jeolojik yaş ile

beraber diyajenez etkisi de arttığından killeri; refrakter killere, boksitlere ve şifertona dönüşerek, plastisite özelliklerini geniş ölçüde kaybederler. İnce seramik killeri ve bağlayıcı killeri genellikle neojen, refrakter killeri: eosen, boksit ve şifertonlar karbonifer yaşıdır [12, 17, 18] .

### **2.3. Kil Minerallerinin Genel Özellikleri**

Kil minerallerinin değerlendirilmesinde mineraloji, mineral kimyası, tane boyutu, tane şekli, yüzey alanı, yüzey kimyası, renk, viskozite, plastisite, absorpsiyon, adsorpsiyon vb. özellikler önemli rol oynar. Seramik sanayinde killerin kullanımında kil hammaddesinin kalitesi önemlidir. Uzun jeolojik süreçler boyunca oluşan kil hammaddeleri çeşitli teknolojik yöntemlerle seramik ürünlerin elde edilmesinde kullanılmaktadır. Dolayısıyla kil hammaddesinin mineralojik ve kimyasal özelliklerinin ayrıntılı olarak tanımlanması ve gerektiğinde çeşitli karışımlarla bileşimler hazırlanarak ülke endüstrisine katkılar sağlanması önem arz etmektedir. Kullanılacak hammaddelerin özelliklerinin belirlenmesinde disiplinler arası çalışmaların artırılması hammadde ihtiyacının karşılanmasını sağlayacaktır [6] .

#### **2.3.1. Bileşim**

Killerdeki başlıca kimyasal bileşenler; silika, alümina, alkali esaslı mineraller, kalsiyum, magnezyum, titanyum, bileşikler, çok az miktarlarda manganez ve diğer bileşiklerdir. Bu bileşiklerin her biri farklı şekillerde kilin özelliklerini etkiler. Örneğin; kil içindeki serbest silika, plastikliği, kuruma ve pişme esnasındaki küçülmeyi, taneler iri ise kırılma mukavemetini azaltır. Alümina bileşikler, plastik olmayan bileşikler halinde ise, plastisiteyi azaltır, kilin refrakterliğini artırır. Demir bileşikler ise renk ve ergime özelliklerini etkiler [19].

### 2.3.2. Pişme Öncesi ve Sonrası Renk

Killere pişme sırasında renk veren husus, içerdikleri yabancı maddelerdir. Bunların başında demir bileşikleri gelir. Kil içinde (+3) değerlikli demir bileşikleri varsa ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), sarı-kırmızı-koyu kırmızı ve kahverengi renkler verir. (+2) değerlikli demir bileşikleri varsa gri, koyu gri ve siyah renk verir. Mangan bileşikleri, demirin boyama gücünü artırır. Kaolinler primer oluşumlar oldukları için, bünyesinde daha az yabancı madde içerirler dolayısıyla sekonder oluşumlu killere göre pişme renkleri beyazdır. Killerin pişme sırasında sinterleşmesi ilerledikçe renk şiddeti artar [20].

### 2.3.3. Plastiklik

Kilin en önemli özelliğidir. Kil mineralleri, kaolin ve killer plastik şekillenme özelliklerinden dolayı klasik seramiklerin temelini oluşturur. Bir kil ne kadar az su ile şekillendirilir ve su katkı miktarı ile akma özelliği çabuk değişmez ise (interval geniş) o kil, o derece iyi plastik özelliğe sahip kil olarak adlandırılır. Kil mineralleri tabaka yapılı su içerikli alümina silikatlardır. Plastik özellikleri tabakalarının plaka şeklinde olması ve bu plakalarının birbiri boyunca su sayesinde kayma özelliğine dayandırılır. Plastisiteyi tanımlamak için sadece bir özelliğin ölçümü yeterli olmamaktadır, plastisiteyi saptamak için; plastisite suyu, Atteberg plastisite sayısı ve kilin su absorpsiyonu saptanmalıdır. Killerde plastisiteyi 4 sınıfta incelemek mümkündür;

1. Plastisite derecesi %10 – 30 (Kil olmayan materyaller, şistler, şamot killeri, adi killer)
2. Plastisite derecesi %30 – 65 (Kaolinler, Bağlama killeri)
3. Plastisite derecesi %65 – 80 (Kaolin, Montmorillonit grubu)
4. Plastisite derecesi %80 ve üzeri (Bentonitler, Yıkama Killeri, Montmorillonitler) [ 13, 21] .

## 2.4. Kırmızı Killer

Tuğla, kiremit ve geleneksel çömlekçi ürünlerinin üretiminde kullanılan kırmızı killer yerkabuğunda en kolay, en çok ve en yaygın bulunan malzemelerdir. Bu tip killere ‘**Earthenware**’ kili veya ‘**topraksı kil**’de denilmektedir. Bu nedenle hammadde olarak, kırmızı toprak killeri önemlidir.

Kırmızı kil, %5 ile %13 arasında değişen demir oksit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) içeriği nedeniyle 1000 °C’de pişirildiğinde koyu turuncu bir renk alır. Bu kil, plastiklik, zengin renk ve işlenebilirlik özellikleriyle geçmişte olduğu gibi günümüzde de çömlekçilikte kullanılmaktadır. Kırmızı killer diğer killere de kolaylıkla karıştırılabilir ve onların plastikliğini, renk karakterini ve işlenebilirliğini artırır. Bu killerin bir kısmı parlak turuncu, bir kısmı parlak koyu kahverengi, bir kısmı da mat kahverengi renktedir [22, 23].

Kırmızı killer, genellikle ergimelerini kolaylaştıran diğer mineral karışımlarını içerirler. En önemli özellikleri, belirli oranda su ile (%25–35 ) karıştırıldıklarında plastik hale gelmeleri, şekillenebilmeleri ve kurutulup pişirildikten sonra dayanıklılık kazanmalarındır. Kil içinde bulunan demirli ve alkali bileşikler plastikliğini ve ateşe dayanma yeteneğini azaltırlar [24, 25].

Çömlek üretiminde kullanılan kırmızı killerin genellikle plastiklik özellikleri yüksektir ve bir başka malzeme ilavesine gerek duyulmadan değerlendirilebilirler. Kuru küçülmeleri oldukça fazladır, bu nedenle de kurutma işlemi oldukça yavaş yapılmalıdır. Daha az plastik killere karıştırılarak ürünün kuru küçülmesi azaltılabilir. Çömlek dışında karo, tuğla, kiremit gibi ürünlerin üretiminde yaygın olarak kullanılan killerdir.

Yukarıda da ifade edildiği gibi kırmızı killer, uygun miktarlarda demir ve diğer safsızlıkları içerir. Demir oksidin varlığından dolayı ham halde kırmızı, kahverengi, yeşilimsi veya gri olabilirler. Bazen demir bileşikleri toprakta açık sarı ve yeşilimsi renkte iki değerlikli halde bulunurlar. Bunlar 900–1000 °C ‘de pişirilince üç değerlikli demir bileşiği haline yükseltgenerek kırmızı renk alırlar. % 5 veya daha fazla demir oksit ihtiva eden killer kırmızı renkte pişerler, fakat hammaddede fazla kireç varsa mamulün rengi açılır [22, 25, 26].

Pişme sonrası kil renginde Ca / Fe oranı önemli ölçüde etkilidir. Renkli pişen toprak ürünler üzerinde kalsiyum karbonat pişmiş ürün rengi üzerinde etkilidir. Yaklaşık %7 CaO içerikli bünyelerin pişirilmesi sonucu soluk sarı, sarı ve kahverengi tonları elde edilmektedir. Bünyesinde %4–8 demir oksit ve demir hidroksit içerikli yapılar, CaO ve MgO içeriği yokluğunda ısıtma işlem sonucu hematitin yapıda kararlı hale geçmesi ile yoğun kırmızı rengine sahiptir.

Yükseltgen atmosferli ortamdaki pişirimlerde % 2–7 oranında demir oksidin bulunuşu sıcak toprak tonlarını,% 7'den fazlası kiremit kırmızısı rengini verir. Hematitin rengi sıcaklığa bağlı değişim göstermektedir. Düşük sıcaklıklarda hematit turuncu rengine sahip iken, artan sıcaklıklarla bu renk koyulaşarak koyu kırmızıya doğru değişir. Siyah pişme rengine sahip magnetit ( $Fe_3O_4$ ), wüstit ( $FeO$ ), redükleyici fırın atmosferinde hematitin yerine kullanılabilirler. Tekrar oksidasyonla koyu rengine sahip magnetit ve wüstit fırın atmosferinin hızlı değiştirilmesi ile düzensiz kırmızı tonlar oluşturabilirler. Ayrıca % 10 götit  $FeO(OH)$  içeren ürünlerde yapının pekiştirilmesi sonucu pişirim süreci uzamaktadır. Oysaki hematit redükleyici atmosferde, yapısal değişiminden dolayı şişme eğilimini arttırmaktadır. Bu nedenle yüksek demir içerikli killerin redükleyici atmosferlerde çok kısa süre pişirilmeleri gerekir [16, 23, 27].

Beyaz veya renkli pişen killerin plastiklik ve şekillenme özelliklerinden dolayı tek başlarına veya endüstriyel ya da sanatsal üretimlerde çamur reçetesi içindeki temel bileşenleri olduğu bilinmektedir. Ayrıca sırlarda bağlayıcı olarak reçete içinde farklı oranlarda yer alırlar. Astarlarda ana unsurdur. Hatta boya bileşimlerinde de kullanılırlar. Özellikleri bu hammaddelere çok geniş bir kullanım alanı sunmaktadır.

Çağlar boyu, seramik kapların dayanıklılığını artırmak ve dekoratif değerler katmak amacıyla birçok malzeme ve teknik kullanılmıştır. Seramiğin su geçirgenliğini azaltmak için sırdan çok önce kullanılmaya başlayan astarlar ve astarların bileşimi çok çeşitlidir. Değişik tarih dilimi ve uygarlıklarda görülen astarlar; önceleri kültürel değerleri aktarma görevi görmüştür. Yunan ve Roma seramiklerinde ise, astar teknik ve sanatsal pek çok öğeyi bir arada bulunduran çok özel bir kaplama malzemesi olarak görülmektedir. Burada kullanılan astar bileşimi ve seramik kaba verdiği etki çok farklıdır. Sinter ve parlak bir astar çeşidi

olan terrasişilata sırası da benzer özellikler göstermektedir. Terrasişilatadan bazı yönleriyle ayrılan astar sırları Çin, Japonya ve Amerika'da oldukça yaygın kullanımı olan bir sır çeşididir. Bileşiminde yüksek oranda kil bulunduran bu sırlar, verdikleri dokularla kullanılan kilin cinsine ve içerdiği demir oranına bağlı olarak, hiç renklendiriciye ihtiyaç duyulmadan sarı-krem-kahve tonları elde edilebilen doğal sırlardır [25].

Sıra bileşimlerinin oluşturulmasında farklı özelliklerde hammaddeler kullanılır. Sıra sahip olması gereken özelliklerin tümü, kalitesi ve son görünümü, kompozisyonu oluşturacak hammaddelerin seçimine göre değişiklik gösterir. Yani, kullanılan hammaddelerin cinsi, spesifik özellikleri, kimyasal yapısı ve diğer malzemelere göreceli olarak katkı miktarları, sırda aranılan niteliklere göre değişir. Bu olgu, kompozisyonun pıdırım aralığı ve sıra erime sıcaklığını olduğu gibi, sıra bünye ile ilişkisini ve ürünün kullanım özelliklerini etkiler. Bir sıra önceden belirlenen kimyasal yapısı için, Seger formülü aynı kalmakla birlikte, bu yapıyı oluşturacak değişik hammaddelerin kullanılması mümkündür. Ancak; kimyasal yapı aynı kalsa da farklı hammadde kullanımı sıra ergime sıcaklığını, viskozitesini, mekanik direncini, son görünümünü ve renk tonlarını etkileyerek değişime uğratabilir. Değişimi etkileyen temel maddelerden biri de plastik özellikli kaolinit katkısıdır. Seger formülündeki molekül miktarı ne olursa olsun, sırdaki katı partikülleri askıda tutmak amacıyla kaolinit ya da bentonit, bazen de her ikisi birlikte değirmen ilavesi yapılır. Ancak endüstriyel anlamda kullanımları tercih edilmeyen bazı özel görünümlü sırlar vardır.

Aventurin, tuz sırları, kül sırları, krom kırmızısı sırlar vb., farklı yüzey özelliklerine sahip sırlardır. Bunların elde edilmelerinde endüstriyel sırlardaki standart limitlerin tersine, kil minerali katkısı ya en düşük düzeyde tutulur ya da tamamen kaldırılır. Kil minerali katkısı sağlamak amacıyla sıra içinde kaolinit bulunması, Seger formülündeki alümina /silis oranına göre düzenlenir [28].

### 3. ASTAR VE ASTAR SIRLAR

#### 3.1. Astar

Astar, seramik ürünlerde yüzey rengini değiştirmek, dekoratif etkiler oluşturmak için ürün yüzeyine uygulanan ince taneli, akıcı, renkli veya renksiz çamur tabakasıdır. Dekorlama yöntemlerinin en önemlilerinden biridir. Astar bileşimleri, ürünü istenilen renkte, uygun yoğunlukta, bir tabaka ile örtebilecek, kuruma ve pişirme ile meydana gelen küçülme sırasında ürünü saracak, ürünün olgunlaşma sıcaklığında ya da daha düşük sıcaklıkta camlaşacak ve sır tabakasının altında parçalanma veya soyulma olmadan kalabilecek şekilde tasarlanmalıdır.

Çamura renklendirici oksit ilavesiyle çok çeşitli astarlar elde edilebilir. Örneğin; iyi şekillendirme özelliğine sahip bir çamura %2 oranında mangan oksit ve demir oksit ilavesi ile koyu renkli astar üretilir. Bu şekilde hazırlanan astar ürün yüzeyine daldırma, püskürtme ve diğer yöntemlerle uygulanabilir.

Astar malzemeleri; kil ve kaolinler, ergiticiler, dolgu malzemeleri, sertleştiriciler, bağlayıcılar, opaklaştırıcılar ve renklendiriciler olarak gruplandırılırlar. Astarlarda kullanılan killer; beyazlık ve küçülme özelliklerine göre seçilir. Kaolin ve killerin kombinasyonu genellikle astarın gereksinimlerini karşılamalıdır. Küçülmenin çok olması isteniyorsa plastik kil, az olması isteniyorsa kaolin arttırılır. Çoğu astarda bu iki malzemenin miktarı, %40 ve %70 arasındadır.

Astarlarda kullanılan ergiticiler, olgunlaşma sıcaklıklarıyla değişir. SK1 ve SK14 arasındaki yüksek sıcaklıklar için feldspat en iyi seçimdir. Düşük sıcaklık alanları için bazı kurşunsuz fritler, belki talkla birlikte kullanılabilir. Dolgu olarak kuvars kullanılır. Astarlar genel olarak bol miktarda kuvars içerir. Kuvars, küçülmeyi azaltır, astara istenilen sertlik özelliğini verir. Ayrıca astarın sırla uyumunu arttırır. Astar bileşimlerinde genellikle %30-50 arasında bulunur. Pyrophyllite de dolgu malzemesi olarak kullanılabilir. Astar ve çamurlarda kalsine kil gibi işlev görür. Sertleştirme için, astarlara az miktarda boraksın faydalı olacağı bulunmuştur. Çözünebilir boraks, ürüne uygulanan astar içinde yeniden kristalize olmaya eğilimlidir ve bu yüzeyde oldukça sert bir kaplama oluşturur.

Şeker veya reçine gibi organik bağlayıcılarda bu amaçla kullanılabilir, fakat zamanla bozulma dezavantajı vardır.

Opaklaştırma için astara, zirkonyum oksit ilave edilebilir. Koyu renkler için bu gerekli değildir. Ancak eğer, opak ve çok beyaz bir astar gerekliyse, opaklaştırıcı; opaklık kaybı olmaksızın, astarın çok ince uygulanmasına ve bu beyazlığın elde edilmesine yardımcı olur. Kalay oksit zirkonyum oksit kadar iyi sonuç verir, fakat daha pahalıdır.

Sırlarla karşılaştırıldığında, astarlarda bileşim açısından daha geniş bir tolerans vardır. Astar bileşimindeki bir malzeme bazen, pişirim sonuçlarında belirgin bir farklılık oluşturmada %10 azaltılabilir veya arttırılabilir. Bir astardan beklenen özellikler; kuruma ve pişirme prosesleri esnasında çatlama, soyulma, kenar ve köşelerden kopmalar, atmaların olmaması, ayrıca özellikle pişirme sırasında sırda çözünmemesidir.

Astarlar sırlarda kullanılan oksitlerle renklendirilebilir. Bu tip ilaveler sonucu; sırlara renklendirici oksidin doğrudan ilavesi ile üretilen renklere benzer renkli yüzeyler elde edilir. Benzer renkleri elde etmek için, renklendirici oksitlerin yüzdesi, sırlardakinden yüksek olmalıdır. Bu oksitler geniş bir skalada kullanılır. Astarlarda  $\text{CoO}$ ; mavi,  $\text{CuO}$ ; yeşil renkler verir. Bu renkler, astarlı yüzey sır kaplandığında tam doygunluğa ulaşır. Astar üzerine uygulanan sır, astarın kalitesi ve rengi üzerinde etkilidir. Örneğin alkalili sırlar astar üzerinde kullanıldığında, renkte kendilerine has bir parlaklık oluşturur. Astarlar üzerine çok ince olarak uygulanan parlak kurşunlu sırlar, yüzeydeki her türlü detayı gösterirler. Kurşunlu sırlar astarı çözmeye eğilimlidirler. Eğer yüksek kurşunlu bir sır kullanılırsa astar bileşimi bol miktarda kuvars ve opaklaştırıcı içermelidir.

Yarı opak sırlar, çok güzel etkiler oluşturur. Sırdan dolayı yüzeyin renk ve dokusunda, astarı kısmi olarak gizleyen, kısmen de gösteren çok hoş geçişler, tonlamalar meydana gelir.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$  ya da koyu renk veren diğer renklendiriciler yoğun olarak kullanılırsa, yarı opaktan opak sıra doğru, benekli-hareli, zengin yüzey dokuları oluşturacaktır [22,29].

### 3.2. Astar Sırlar

Yüksek pişirim sıcaklıkları astar sırların oluşumunu mümkün kılar. Astar sırnın bileşiminde yüksek oranda kil bulunur veya tamamen kilden oluşur. Yani yüksek oranda kil içeren sırlardır. Çok güzel yüzey görüntülerine sahip bazı eski Çin sırları bu tip sırlardandır. Yüksek sıcaklıklara ulaşıldığında, kırmızı kil gibi bazı killerin fırında ergidiği ve kahverengi bir camsı yüzey meydana geldiği bulunmuştur. Bu tip killeri, demir ve diğer emprüte içeriklerinden dolayı nispeten eriyebilir özelliğe sahiptirler. Çoğu kil yaklaşık 1250 °C civarında, bazıları daha düşük sıcaklıklarda erir. Kullanılan kil tipleri, düşük erime derecelerine sahip demirli killeri olduğu gibi, yüksek pişme sıcaklığına sahip beyaz killeri de olabilir. Tek kil ile astar sır elde etmek mümkündür. Ergime derecesi yüksek olan killeri ile uygun ergiticiyi kullanarak astar sır yapmak mümkündür. Kullanılan kildeki demir oranı, sırnın açık kahverengiden koyu kahverengiye değişen renkte olmasının başlıca nedenidir [22].

Sırlama sanatının çıkışı, en geç M.Ö. beş bin yıl öncesine, Mısırlılara dayanır. Boncuk şeklindeki sırlı çiniler ve daha sonraları böcek şekilleri ve muskalar, heykelcikler M.Ö. dört bininci yılda görülmeye başlanmıştır. Fakat sırlardan çok önce keşfedilen astarlar, erken dönemlerden günümüze değin çok yaygın olarak kullanılmıştır. Yerleşik düzene geçen insanoğlu, günlük yaşamında kullanacağı kapları yapmayı öğrenmiş ve üzerlerine değişik renkli astarlarla desenler çizmiştir. Bu uğraşlar sonucunda değişik tarih diliminde ve kültürlerde yapılan çömleğin kalitesi artmış, daha dayanıklı olması sağlanmıştır.

“Sırlı çamur objelerin Mısır’dan Girit’e ve oradan da M.Ö. 3000. yıl süresince Ege adalarına tanıtıldığı ve daha sonra bilgi ve tekniğin Yunanistan’a yayılmış olması olasıdır” [25] .

Yunanlılar ve Romalılar Mısır tarzı sıra fazla ilgi göstermemişler, ancak çok ince, sıra benzeyen terrasiyatayı geliştirmişlerdir. Sırlı seramikleri aratmayacak kadar kaliteli olan çömlekler kolayca bulunan bir malzeme olan kırmızı kilin ergiticiyle karışımı sonucu elde edilen terrasiyata ile kaplanmıştır.

Astar sırların yapımından önce kullanılan bu teknik, ilk adımı oluşturmıştır. Astar sırların tarihsel gelişimi incelendiğinde Uzakdoğu ve Amerika’da çok yaygın olarak kullanıldığı görülmüştür [25] .

Astar sırlar, büyük ölçüde ergitici içeren killerden yapılır. Bu killeri 1020-1350 °C’ arasında pişirildiğinde, ürün yüzeyine koyu renkli bir sır olarak yayılabilecek şekilde ergir. Astar sırları; süzme ve yıkamanın dışında ayrıca hazırlık gerektirmeyen, genellikle reçete bileşimine ilave yapılmayan, uygulama kolaylığı olan, uygulandığı bünyeye iyi tutunan sırlardır. Tek pişirime de uygun olan bu sırları hazırlamak için daha az zaman harcanır. Maliyetleri düşüktür. Bu sırlar, Amerika’da yaygın olarak kullanılmaktadırlar. İlk Amerikalıların stoneware çanak, kupa, sürahi gibi kullanım eşyası üreten çömlekçilerinin kullandığı bu astarlar, Albany kilinden yapılmıştır. 19. Yüzyılda Amerika’da seramik ürünlerde kullanımı yaygınlaşan astar sırları, tuz sırlı ürünlerin iç yüzeylerine de uygulanmıştır. Bu ürünlerin iç kısımlarında görülen kahverengi, siyah renk Albany astar sırnın etkisinden kaynaklanmaktadır. 1190–1260 °C arasında pişirilen bu kilin düşük sıcaklıklarda kızıl kahverengi olan pişme rengi, sıcaklık yükseldikçe koyu kahverengiye dönüşür.

Türkiye’de de pek çok kil stoneware ürünler için astar sırları olarak kullanılabilir. Bu killeri bazen katkı maddesi gerekmeden öğütme, süzme ve dinlendirme işlemlerinden sonra sır olarak kullanılabilirler. Kilin ateşe dayanım sıcaklığı yüksek ise, sır gibi erimeyebilir. Bu durumda kilin sır olarak kullanılabilmesi için, ergitici maddeler ilave edilir. Feldispat, nefelin siyenit, boraks veya firit astar sırnın ergimesini sağlar. En çok beğenilen eski Çin sırlarının bazıları astar sırlardır. “Temmoku”, “oil spot”olarak tanımlanan sırlar, yüksek oranda demir içeren astar sırlardır [29].

#### 4. TÜRKİYEDEKİ GELENEKSEL ÇÖMLEK ÜRETİM MERKEZLERİ VE HAMMADDELERİ ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Türkiye’de geleneksel çömlek üretiminin, neolitik dönemden günümüze yoğun olarak yaşandığı bilinmektedir. Kırmızı kilden üretimler; farklı reçete bileşimleri, üretim teknikleri ve ürün özelliklerine bağlı olarak devam etmektedir. Geleneksel çömlek üretimlerinin yanı sıra tuğla, kiremit hammaddesi olarak kullanılan kırmızı pişme rengine sahip kil yatakları açısından oldukça zengindir.

Bilecik-Kınık, İzmir-Menemen, Aydın-Karacasu, Nevşehir-Avanos, Mihalıççık-Sorkun, Konya-Doğanhisar Türkiye’de geleneksel çömlekçilik denildiğinde akla gelen en önemli merkezlerdendir. Bu bölgeler ve Anadolu’daki diğer çömlekçilik merkezleri ile ilgili olarak; kullanılan hammaddeler (kırmızıdan kahverengiye değişen renk tonlarında, değişik form ve fonksiyona sahip ürünlerin üretiminde kullanılan kırmızı killeri), üretim süreçleri ve ürünler üzerine pek çok çalışma yapılmış, benzer araştırmalar halen devam etmektedir.

İzmir-Menemen’de üretilmekte olan çanak, çömlek, saksı gibi ürünlerin hammaddelerinin yarısını Kızılca çakıl taşı birimi içerisindeki kırmızı renkli killeri ve diğer yarısını da alüvyon birimi olarak tanımlanan Menemen ovası siyah killeri oluşturduğu belirtilmektedir. Kırmızı kilin alındığı Kızılca çakıl taşı birimi üzerinde herhangi bir yasal ocak işletmesi bulunmamaktadır [30].

Eskişehir ilinin Mihalıççık ilçesine bağlı Sorkun köyünde devam eden çömlekçilikle ilgili çalışmada; bu bölgedeki çömlek üretimi incelenmiş ve killerin döküm çamuru, sır ve boya yapımında kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu çalışmada Sorkun köyünde çömlek üretiminde kullanılan kırmızı ve yeşil killerin döküm özelliklerine (soda, potasyum karbonat, baryum karbonat, kalsiyum karbonat, camsuyu, dolapix, ceramic-T) gibi farklı elektrolitlerin etkisi incelenerek, Sorkun köyü killeri de yer aldığı değişik çamur reçeteleri oluşturulmuştur. Sorkun köyü kırmızı kili ile hazırlanan döküm çamurunun 1000 °C ‘de kırmızı pişme rengine, uygun döküm özelliklerine sahip olduğu, ayrıca terrasiğillata astar malzemesi olarak dekoratif formlarda rahatlıkla kullanılabileceği ifade edilmektedir. Sorkun köyü çömlekçi çamuru ve killeri

sır bileşimi içinde yüksek oranlarda kullanımıyla 1200 °C ‘de pişirildiğinde artistik yüzey görünümüne sahip sırlar oluştuğu belirtilmektedir [31, 32].

Genç ve Taçyıldız [33] ; Bursa ili, Mustafakemalpaşa ilçesinde yaklaşık 120 yıllık bir geçmişi olduğu bilinen çömlekçilik merkezini incelemişler, bölgede geleneksel çömlek üretiminde kullanılan kilin pişme rengi kırmızı kahverengi olan döküm yöntemiyle şekillendirilen bünyelerde değerlendirilme olanaklarını araştırmışlardır. Mustafakemalpaşa kırmızı kilinin % 70’in üzerinde kullanıldığı reçetelerde çamurun viskozitesinin arttığı, ancak bu oranın altında kullanıldığında tek cidarlı (açık döküm) dökümler için, % 44–20 arasındaki oranlarda kullanıldığında çift cidarlı (kapalı döküm) dökümler için uygun olduğu belirtilmektedir.

Ünal [34]; Denizli İli, Serinhisar İlçesindeki geleneksel çömlekçi merkezi ile ilgili çalışmasında, bölgenin toprak yapısı, atölyeler, çamur hazırlama, şekillendirme teknikleri ve kullanılan malzemeler, fırınlar ve pişirim özellikleri, formlar ve ürünlerin pazarlanmasına yönelik araştırmalar yapmıştır. Serinhisar, 1987 yılına kadar Denizli İli, Acıpayam ilçesine bağlı bir bucak olarak Kızıllhisar adı ile yerleşimini sürdürmüş ve bu yıldan itibaren ilçe olarak Serinhisar ismini almıştır. İlçede şimdiki Kaya mahallesinin bulunduğu yer ve civarında M.Ö. 1500–1400 tarihinde Etiler tarafından kurulduğu sanılmaktadır. Romalılar zamanında “Karistos (Carystus)” ismiyle tanınan Kızıllhisar’a Selçuklular zamanında Kepez-Yerlikaya adı verilmiş ve 1300–1400 yıllarında taş ve tuğladan yapılan Hisarın tamamlanmasından sonra “Kızıllhisar olarak ismi değiştirilmiştir. Bu isim tuğla ve toprağın kırmızı olması nedeniyle verilmiştir.

Özüdoğru [35], Kırıkkale İl merkezine 6 km uzaklıktaki Ahılı kasabasının tarihinin kalkolitik çağa kadar indiğini, yöredeki geleneksel çömlekçiliğinde aynı tarihlerde başladığını ifade etmektedir. Bu araştırmada, geçmişi çok eski olan bu merkez ile ilgili hammadde, çamur hazırlama, çarkta şekillendirme, fırın, pişirim aşamaları incelenmiştir. Üretime uygun olduğu gözlenen ve testi yapımında kullanılan toprak, 1km uzaklıktaki Çullu kasabası girişinde bulunan İlgin çevresinden getirilmektedir. Bu bölgedeki toprağa yörede, testici toprağı denilmektedir. Atölyelere getirilen toprağa, eleme işleminden sonra tornada şekillendirilmeye hazır hale gelebilmesi için uzun süreli bir yoğrulma

işleminin uygulandığı, yoğurma işlemi esnasında testi ustalarının tuz kullandıkları belirtilmektedir. 150 kg yoğrulmuş çamura 5-6 kg tuz ilave edilmektedir. Tuz, su ile ıslatılarak konulmaktadır. Tekrar yoğrulan çamura tuz iyice yedirildikten sonra bir gece dinlendirilmektedir.

18. yüzyılın ortalarından 20. yüzyılın başlarına kadar önemli bir seramik merkezi olan Çanakkale’de bilinen en eski seramik üretimi M.Ö. 3000’de Truva’da yapılmıştır. Beylikler döneminde 11–12. yy.da Çanakkale’de atölyelerin var olduğu, ancak İznik seramikleriyle rekabet edemeyerek kapandığı bilinmektedir. Bu dönemlerde formların üretiminde kırmızı çamur kullanılmıştır. 1900’lü yılların başlangıcında, o günkü nüfus göz önüne alındığında 2000 kişiye çalışma olanağı sağlayan seramik atölyelerinin sayılarının azaldığı, seramik üretimi yapan atölyelerin en önemlisinin Eceabat olduğu ifade edilmektedir. Eceabat’ta, seramik atölyelerinde kullanılan kil bölgenin Top zeytinlik denilen bölgesinden temin edilmektedir. Kil, traktörlerle taşınarak atölyelerin bahçelerinde stoklanır. Döküm ve tornada şekillendirmeye uygun iki tip çamur hazırlanır. Her iki yöntemde de çamur hazırlama işlemi, hava koşulları nedeniyle yaz başında gerçekleştirilir. Döküm çamuru hazırlamak için, kil + %70 su karışımı, havuzlarda karıştırıcılar yardımıyla karıştırılarak, dinlendirilir. Daha sonra üç saat süre ile tekrar karıştırılır ve eleklerle pompalanır. Süzme işlemi sonrası yeniden dinlenmeye bırakılır [36].

Gönenç ve ark. [37], Doğu Roma seramik üretim merkezlerinin yanı başında yer alan, özellikle Sagalassos ve Yalvaç’taki üretim ile birlikte önemli bir tarihi geçmişe sahip olan Isparta çömlekçiliği ile ilgili çalışmalarında geleneksel üretimin dün ve bugününü incelemişlerdir. Osmanlı döneminde, Isparta’daki çömlek üretiminin Ermeni ve Rum ustalar tarafından yürütüldüğü ifade edilmektedir. Özellikle Isparta merkezde Emre Mahallesi, Eğirdir’deki Ada (Nis), Yalvaç ve Barla’da yaşayan Ermeniler ile Rumlar seramik üretimini de bu noktalarda yapmışlardır. Bu ustaların çömlek üretiminde kullandıkları plastik kili ise Ayazmana (Milas)’daki kil yataklarından elde ettikleri bilinmektedir. I. Dünya savaşı sonrası (1914) ve Lozan antlaşması sonrası Ermeni ve Rumların Isparta’yı terk etmesiyle, seramik üretimi Türk ustalar ile devam etmiştir. Sütçüler,

Kaşıkkara, Yalvaç, Yarikkaya, Ağlasun ve Eğirdir bölgelerinden temin edilen kırmızı killeri % 4,42 ile % 9,18 arasında değişen demir oksit içeriğine sahiptirler.

Yapı malzemelerinden, günlük yaşama yönelik ürünlere kadar geniş bir yelpazede üretimin yapıldığı çömlekçilik merkezlerinden olan, Konya ili, Meram ilçesi, Çukurçimen köyü ve Doğanhisar ilçesi ile ilgili çalışmalarda, çömlekçi killeri fiziksel, kimyasal ve mineralojik özellikleri, çömleklerin üretim aşamaları, ürün tipleri, çömlek yapımında kullanılan kırmızı killeri renklendirme özellikleri yer almaktadır. Ayrıca Çukurçimen kırmızı kili  $MnO$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Cr_2O_3$  ve  $ZnO$  ile birlikte kullanılarak pigment üretimine uygunluğu araştırılmıştır. Çukurçimen kırmızı kili,  $Cr_2O_3$  ve  $ZnO$  karışımlarıyla üretilen pigmentlerin alkalili ve borlu ham sırlarda sır içi renklendirmelerde yeşilden kahverengiye değişen renkler oluşturduğu belirtilmektedir [38, 39].

Afyon ilinin Bolvadin ilçesindeki çömlek üretimi Yılmaz tarafından incelenmiş, çömlek üretiminde kullanılan iki farklı kilin fiziksel, kimyasal ve mineralojik karakterizasyonu yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda kil örneklerine kimyasal analiz, DTA, mukavemet, plastisite, boyutça küçülme ve su emme deneyleri uygulanmıştır. Alınan verilerden yararlanarak kil hammaddelerinin tek başına ve karışım halinde bünye ve astar malzemesi olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır [40].

Çömlekçiliğin babadan oğula geçen bir halk sanatı şeklinde uzun yıllar devam ettiği, ancak 1980'li yıllarda atölyelerin kapanmasıyla çömlek üretiminin sona erdiği Ankara-Ayaş İlçesi'nden temin edilen ve % 7,36  $Fe_2O_3$  içeren kırmızı kilin karakterizasyonu ile ilgili çalışmada, kilin kuru mukavemeti  $48 \text{ kg/cm}^2$  olarak ölçülmüştür. Bu değer bir katkı malzemesine gerek duymadan şekillendirme özelliğine sahip bir kil için yüksektir. Ayaş kilinin ısı mikroskobunda sıcaklığın,  $1160^\circ\text{C}$ 'ye çıkarılması sonucu sinterleme noktasının  $1060^\circ\text{C}$ , yumuşama noktasının  $1075^\circ\text{C}$  olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, kilin ham olarak ve şekillendirilmiş halde  $1000$ ,  $1100$  ve  $1160^\circ\text{C}$ 'de elde edilen ve sarıdan kırmızı ve kahveye değişen pişme renkleri verdiği tespit edilmiştir [41].

Artvin ili, Hopa-Borçka ilçeleri arasında, Cankurtaran mevkiinden alınan kırmızı kilin döküm yöntemiyle şekillendirilen,  $1000$ – $1160^\circ\text{C}$ 'de pişen ve rengi kırmızıdan kahveye değişen bünyelerin eldesinde ve ayrıca beyaz pişen stoneware

ürünlere uygun astar üretiminde kullanım uygunluğuna sahip olduğu ifade edilmektedir. Isı mikroskobu ile 1160 °C'ye kadar yapılan ölçüme göre sinterlenme noktası 1050 °C, yumuşamaya başladığı sıcaklık ise 1085 °C olan, % 8,68 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, % 3,65 K<sub>2</sub>O ve % 1,36 Na<sub>2</sub>O içeren kilin su ve sodyum silikat ile akışkan hale geldiği belirlenmiştir. Bu özelliğinden yararlanılarak, feldspat, kaolen, kuvars ve beyaz pişme rengi olan killerle birlikte kullanılarak döküm reçeteleri hazırlanmış, elde edilen bünyelerin 1000, 1100 ve 1160 °C'deki küçülme ve su emme değerleri, pişme renkleri incelenmiştir. Ayrıca Artvin kırmızı kilinin tek başına, öğütülmüş homojen karışımlar halinde beyaz stoneware bisküvi yüzeylere püskürtme yöntemiyle uygulanması ve 1160 °C'de pişirilmesi sonucunda çatlaklı, sinter astar görünümünde yüzeyler elde edilmiştir. Bu sıcaklıklarda kilin artistik amaçlı formlar için uygun bir malzeme olarak ve astar-sır uygulamalarında rahatlıkla kullanılabilceği belirtilmektedir [42].

Genç [43], Kırklareli'ndeki geleneksel çömlek üretim aşamalarını, ürünleri, bölgedeki üretimin dünü ve bugününü araştırmıştır. Bu bölgede çömlek üretiminde kullanılan kilin, Kırklareli il merkezine çok yakın mesafede bulunan Mahya tepesinden temin edildiği ve üretimde başka bir hammadde katkısı yapılmadan kullanıldığı belirtilmektedir. Kilin tabakalar halinde bulunması nedeniyle, tepenin etekleri yaklaşık iki metre kazılarak üstteki bu kısım atılmakta, altta bulunan kil kolaylıkla alınmaktadır. Mahya tepesinin üst kısımlarındaki kilin daha iyi olduğu, fakat çıkarılma güçlüğü nedeniyle tepenin eteklerindeki kısımların kullanıldığı ifade edilmektedir. Çömlek üretiminde kullanılan kil, % 57,27 SiO<sub>2</sub>, % 19,53 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, % 5,02 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, % 2,91 CaO, % 1,41 MgO, % 2,91 K<sub>2</sub>O ve % 0,82 Na<sub>2</sub>O içermektedir. Ateş kaybı %9,25 olarak belirlenmiştir.

## 5. USLU KÖYÜ ÇÖMLEKÇİLİĞİ

Uslu köyü Elazığ'ın Sivrice ilçesine bağlı, Karakaya Barajı kıyısında bulunan, yaklaşık 1500 m yükseklikte bir dağ köyüdür (Şekil 5.1). Pelli, İsolat ve Nurgüze derelerinin birleşmesiyle oluşmuş bir çayın aktığı vadi kenarına kurulmuştur. Uslu köyü, Sivrice ilçe merkezine 25 km mesafede olup, doğusunda Doğansu ve Kösebayır köyü, batısında Akseki köyü, kuzeyinde Kamışlık köyü, güneyinde Çatakkaya köyleri ile sınırlıdır.



Şekil 5.1. Uslu köyünün genel görünüşü

Uslu köyünün tarihçesi 1200'lü yıllara dayanır. Molla Hasan ve Doruk Han isimli iki süvari bu bölgeye gelerek yerleşmiş ve çömlekçilik yaparak geçimlerini sağlamışlardır.

Köyün ekonomisinde tarım ve hayvancılığın yanı sıra çömlekçiliğin de önemli bir yeri vardır. Uslu köyündeki çömlekçi çarklarında gerek çark gerekse üretim tekniği ile tamamen eski seramik kültürünün izleri gözlenir. Ancak

değişen şartlarla birlikte çömlek yapım işi gün geçtikçe azalmıştır. Bir zamanlar halkın yarısı pişmiş topraktan kapların yapımı ve bunların satışı ile geçimini sağlarken, zamanla bu işle uğraşanların sayısı talep ve kazancın yetersiz olmasından dolayı azalmıştır. Şu anda da yalnızca iki aile üretime devam etmektedir. Tarım ve hayvancılığa dayalı bir yapıya sahip olan köydeki bu sanatı kadınlar yürütmektedir. Erkekler çömlek hammaddesini üretim yerine taşıma, çamur hazırlama ve mamulü pişirme işleriyle ilgilenmektedir [44, 45].

Uslu köyünde kullanılan kırmızı kil köyün güneydoğusunda köye yaklaşık 500 m ile 6 km uzaklıkta bulunan yamaçlardan getirilmektedir. İlkel yöntemlerle alınan hammadde ocaktan çıkartılır, kalburlardan elenir, çamur haline getirilip bir süre çözülmesi için bekletilir. Çözünen çamur ayakla çiğnenir ve istenilen plastikliğe gelen çamur dinlenmeye bırakılır [46].

Kap kacak yapımı için erkeklerin katırlarla çevre tepelerden getirdikleri kile burada "**çömlek toprağı**" veya "**suruç**" adı verilir ( Şekil 5.2).



**Şekil 5.2.** Uslu Köyü kilinin çıkarılma ve elenme aşaması (çömlek toprağı) [50]

Yaz aylarında kırmızı kil, sıcak havadan dolayı sertleştği ve buna bağlı olarak da kazmak zor olduğu için genellikle bahar aylarında kazılıp depolanır (Şekil 5.2). Kırmızı kil, ocağın üzeri 40–60 cm kazındıktan sonra çapa ile çıkarılır ve ince elekten geçirilir.

Şekillendirme yapılırken su dolu bir kap (**Banacak**) ve dut veya ceviz ağacından yapılmış spatula (**Çetecek**), kullanılmaktadır (Şekil 5.3).



Şekil 5.3. Spatula (Çetecek) ile şekillendirme işlemi [50]

Uslu köyünde kap kacak üretme işlemi, köyün kadınları tarafından yapılmaktadır. İlkel şartlarda ev atölyelerinde yapılan çömlek üretimi köylülerin genellikle haziran ayında başlayıp, eylül ayına kadar devam etmektedir.

Elekten geçirilen kırmızı kil iyice yoğrulup kullanıma hazır plastik çamur haline getirilir. Çamurun üstü örtülüp birkaç gün dinlenmeye bırakılır. Dinlenen çamur kalıp adı verilen, elenmemiş kırmızı toprak ve samandan yapılmış, altı sivrice, ağır ve kalın bir tabağın üzerinde (**Nişan**) bant usulü biçimlendirilir. Bu saman ve toprak karışımından yapılmış kalıplar, kuruyunca sert bir yapı gösterdiğinden dolayı pişirime gerek görülmemektedir. Bu kalıplar 10 cm et kalınlığında, 15 cm yüksekliğindedir (Şekil 5.4).



**Şekil 5.4.** Çömleklerin yapıldığı kalıp (Nişan) [50]

Kalıplarda ürünün çekildiği kısım hafif içe doğru meyillidir. Dış kısmı aşağı doğru sivrilerek inen, yerle temas eden kısmı ise düz bir yapıya sahiptir. [4, 45].

İlkel çömlekçilikle uğraşan köylerde tezgâh ve kap kacak yapımında kullanılan yöntemin aynı olmasına karşın, formlar hiçbir zaman birbirine benzemez. Uslu'da ana formların aynı olmasına karşın her kadının yaptığı formlarda çok ayrıntılar olsa da her işte kendine özgülük vardır. Uslu köyünde tezgâh türünün ilkel olmasından dolayı fazla değişik form ve biçimler üretmek zor olmaktadır [4, 45].

Üretilen mamullerin önce plaka halinde tabanı açılır ardından da simit tekniğiyle gövdesi oluşturulur (Şekil 5.5 ve 5.6) .



Şekil 5.5. Çömleğin tabanının açılma işlemi [50]



Şekil 5.6. Simit tekniğiyle gövdenin oluşturulması [50]

Mamul üretilirken kalıp, ayak başparmak kullanılarak çevrilir. Gövdesi oluşturulan mamule yine simit yöntemiyle ağız kısmı eklenir. Mamul büyüklüğüne göre eğer yüksek üretilecekse önce gövdenin alt kısmı üretilir, sonra üst kısmı ayrı bir tezgâhta şekillendirilir ve iki parça birbirine eklenerek form tamamlanır (Şekil 5.7).



**Şekil 5.7.** Şekillendirme sırasında kalıbın ayak başparmağıyla döndürülüşü [50]

Şekillendirilen mamuller, yaklaşık 6-8 saat kadar deri sertliğine gelmesi için karanlık bir ortama alınır. Sonra, kullanılan kilden daha ince taneli ve daha kırmızı renkte **boyak** adı verilen kilden yapılan bulamaca batırılmış bir bezle kapların içleri ve dışları astarlanır. Boyak iyice kuruduktan sonra da üzerlerine yünlü bir bez parçası sürtülerek kaplar parlatılır. İyice kuruyan ürünler perdahlanarak tekrar karanlık veya loş bir ortamda bekletilir. Şekil 5.8’de şekillendirilmesi tamamlanmış ürün görülmektedir.



**Şekil 5.8.** Şekillendirme aşaması tamamlanmış ürün [50]

Kurutulan ürünler yine ilkel fırınlama tipi adı verilen açık havada pişirim tekniği ile düz bir arazide pişirilir. Pişirme işlemi genellikle ağustos'un ortasında başlayıp, ekim ayında da sona ermektedir ve pişirme işleminden erkekler sorumludur. Mamuller bu düzlüğe sıra ile üst üste dizilir. Yakıt olarak da meşe odunu, çalı çırpı, saman ve kuru gübre kullanılmaktadır. Bir sıra mamul bir sıra odun olacak şekilde ters olarak mamuller dizilir. Odunlar aralara uzunlamasına dizilir. Böylece oluşturulan kümenin çevresine daha önceki pişirimde kırılıp bozulmuş parçalar dizilerek bir fırın meydana getirilir. Üzerine çalı çırpı örtülür ve yakılmaya hazır hale getirilir (Şekil 5.9 ve 5.10)



Şekil 5.9. Pişme öncesi ürünlerin yerleştirilmesi [50]



Şekil 5.10. Pişirim işlemi [50]

Pişirim genelde sabah ya da öğle saatlerinde yapılır. Ayrıca rüzgârın tek yönde ve kuvvetli estiği günler tercih edilmektedir. Bu pişirim sırasında sıcaklık tabanda  $\approx 800\text{ }^{\circ}\text{C}$ , üst kısım ve kenar noktalarda  $\approx 500\text{ }^{\circ}\text{C}$  olarak izlenmektedir. Pişirim

işlemi bitince mamuller kendi kendine soğumaya bırakılır. Soğuyan mamuller çıkarılıp temizlenir (Şekil 5.11 ve 5.12).



**Şekil 5.11.** Pişirim sonucu temizlenmeye hazır ürünler [50]



**Şekil 5.12.** Pişirim sonunda temizlenmiş ürünler [50]

Uslu köyünde şu anda hepsi yapılmasa da normalde 30'a yakın farklı formun kadınlar tarafından üretildiği gözlenmiştir. Bu ürünlerin ünü sadece Doğu Anadolu'da değil Orta Anadolu'da da yayılmıştır. Bu kaplar üzerinde çizili bezeme, noktalarla yapılan süslemeler ya da güveçlerde kabartma kaş bezeme yaygındır.



**şekil 5.13.** İsteğe bağlı olarak dekorlama işlemi [50]

Evlerin alt katlarında rastlanan, yaklaşık 1 m çapında, 2 m yükseklikteki 'petek' denilen pişmemiş topraktan ambarlarda da kabartma süslemeler görülür. Uslu köyünde üretimi yapılan yöresel çömlek ürün isimleri; yayık, ağzı açık güveç, çerze desti, çanak, küp, duvak, ekmek duvağı, sürahi, kedene olarak ifade edilmektedir (şekil 5.14, 5.15 ve 5.16).



Şekil 5.14. Ağız açık güveç ve sürahi [50]



Şekil 5.15. Sancı Duvağı [50]



**Şekil 5.16.** Ürünlerin kullanılış biçimleri [50]

## **6. DENEYSEL ÇALIŞMALAR**

### **6.1. Deneylerde Kullanılan hammaddeler**

Bu çalışmada çamur, sır ve astar bünyelerini hazırlamak için Elazığ ili, Uslu köyünden (Şekil 5.1 ve 5.2 ) temin edilen kırmızı kil, bunun dışında kuvars, kaolin ve iki farklı özellikte kil ( Kil1, Kil2), siyenit, üleksit, sülyen ve ticari firit kullanılmıştır.

### **6.2. Deneylerde Kullanılan Cihazlar**

Hammadde tane boyut dağılımı incelemelerinde lazer difraksiyonu yöntemleri ile ölçüm yapan (Malvern Mastersizer 2000) cihazı kullanılarak ölçümler yapılmıştır.

Hammaddelerin kimyasal analizleri XRF (X ışını Floresan) cihazı ile belirlenmiştir. Kilin mineralojik analizi ise Cu K $\alpha$  ışınımlı Rikagu Rint 2000 serisi XRD cihazı ile gerçekleştirilmiştir

DTA analizi ve TG değerleri için Netzsch marka STA 409 PC/PG modeli cihaz kullanılmıştır. Dilatometre analizi Netzsch marka, 402 PC modeli cihaz kullanılmıştır.

Uslu köyü kırmızı kilinin pişme rengi ve üç ayrı sıcaklıktaki erime özelliklerinin belirlenmesi, diğer bünye ve sır pişirimleri için 0,5 m<sup>3</sup> hacimli Nabertherm elektrikli kamara fırın kullanılmıştır.

Sır, çamur ve astar reçeteleriyle ilgili tartımlarda 0,01 hassasiyetli Sartorius marka terazi kullanılmıştır. Yoğunluk tayini piknometre ile tüm öğütme işlemleri 100g ve 1kg kuru madde kapasiteli bilyalı değirmenlerde gerçekleştirilmiştir.

Bünyelerin renk ölçümleri, Minolta marka, CM 3600d model cihazla yapılmıştır.

Kuru mukavemet ölçümleri Gabbrielli marka CR 4 modeli test cihazında, pişmiş mukavemet ölçümleri ise Gabbrielli marka CR 5 modeli test cihazında yapılmıştır.

### 6.3. Uslu Köyü Kırmızı Kil ve Sır Numunelerine Uygulanan Testler

Uslu köyü kırmızı kiline ve sır numunelerine uygulanan testler Çizelge 6.1 ' de verilmiştir.

**Çizelge 6.1.** Uslu köyü kırmızı kiline, bünye ve sır numunelerine uygulanan testler

|    | Uslu köyü kırmızı kiline uygulanan testler |
|----|--------------------------------------------|
| 1  | Kimyasal analiz - XRF (ağırlıkça %)        |
| 2  | Mineralojik analiz - XRD (ağırlıkça %)     |
| 3  | Tane boyut dağılımı ölçümü                 |
| 4  | Diferansiyel termal analiz (DTA)           |
| 5  | Dilatometre                                |
| 6  | Mukavemet ( $\text{kg/cm}^2$ )             |
| 7  | Yoğrulma suyu (%)                          |
| 8  | Boyutça küçülme (%)                        |
| 9  | Su emme (%)                                |
| 10 | Elektrolit deneyi                          |
|    | <b>Sır Numunelerine Uygulanan Testler</b>  |
| 1  | Optik Renk Okuma Testi                     |

#### 6.3.1. Elektrolit Deneyi

Uslu köyü kırmızı kilinin yaş yöntemle şekillendirmeye uygun bir hammadde olup olmadığının tespit edilmesi için camsuyu ve soda ile elektrolit deneyi yapılmıştır. Kırmızı kil-su karışımının camsuyu ve soda ilavesi ile akışkanlık özelliğinin olup olmadığı kontrol edilmiştir.

Bu deney için, Uslu köyü kırmızı kili bilyalı değirmende öğütülerek, 100 meş'lik elekten süzölmüştür. Sabit ağırlığa gelinceye kadar etüvde kurutulmuş olan kilden 500 gr. bir kaba alınarak başlangıçta 250 ml., daha sonra 25 ml'lik

miktarlarda su ilavesi yapılmıştır. Her ilaveden sonra suyun hammaddeyi ıslatması için bir süre beklenmiştir. Kilin tamamı su ile ıslanıp, bagetten damlayacak hale gelince su ilavesine son verilmiştir. Bu aşamadan sonra, 1/1000'den itibaren Sodyum Silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) ve soda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) ilave edilmeye başlanarak akma kabı ile akış özellikleri kontrol edilmiştir.

### 6.3.2. Mukavemet Deneyi

Killerin kuru haldeki mukavemetleri oldukça değişkendir. Kuru mukavemet özelliği kilin plastikliği ve partikül boyutuyla doğrudan ilgilidir. Plastiklik ne kadar yüksek ise şekillendirilmiş formların dayanıklılıkları o denli fazladır [22].

Uslu köyü kırmızı kilinin ve bu kilin kullanılmasıyla hazırlanan bünyelerin kuru ve pişmiş mukavemet değerlerinin belirlenmesi için, 200x20x15 mm boyutlarındaki alçı kalıplar kullanılmıştır. Kalıplarda şekillendirilen numuneler ölçümden önce 105 °C'de etüvde değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Kuru olarak mukavemet değerleri ölçüldükten sonra, numuneler pişmiş mukavemet için 1000, 1100 ve 1160 °C sıcaklıklarda pişirilmiştir.

Mukavemet cihazına yerleştirilen numuneye basma kuvveti uygulanarak kırıldığı kuvvet tespit edilmiş ve mukavemet değeri Eşitlik 6.1 de gösterilen formüle göre hesaplanmıştır:

$$\%Mukavemet = \frac{3PL}{2bd^2} (kg/cm^2) \quad (6.1)$$

Burada,

P= Ortalama kırma kuvveti (N)

d = Çubuk kalınlığı (cm)

b = Çubuk genişliği (cm)

L = Destek aralığı (cm) 'nı ifade etmektedir.

### 6.3.3. Boyutça Küçülme Deneyi

Uslu köyü kırmızı kili ve bu kili içeren bünyelerin boyutça küçülme değerlerinin tespiti için mukavemet deneyinde olduğu gibi 200x20x15 mm boyutlarına sahip alçı kalıplarda şekillendirilen çubuklar hazırlanmıştır. Şekillendirme sonrası numunelerin önce yaş uzunlukları ( $l_1$ ) ölçülmüştür. Deneme çubukları 105 °C’de etüvde kurutularak sabit tartıma getirilmiştir ve kuru uzunlukları ( $l_2$ ) ölçülmüştür. Kuruyan deneme çubukları 1000, 1100 ve 1160 °C sıcaklıklarda pişirilerek son uzunluk değerleri ( $l_3$ ) ölçülmüştür. Sonuçlar % kuru ve % toplam küçülme olarak hesaplanmıştır (Eşitlik 6.2):

$$\% \text{ Toplu küçülme} = \frac{l_1 - l_3}{l_1} \times 100 \quad (6.2)$$

### 6.3.4. Su Emme Deneyi

Su emme, numunenin açık gözeneklerine alabileceği su olarak tanımlanır. Bu değerden numunenin gözenek miktarı hakkında bilgi sahibi olunur. Deney, 1000, 1100 ve 1160 °C sıcaklıklarda pişirilen numunelere uygulanmıştır. Tartımları alınan numuneler su dolu kaba konularak 24 saat bekletilmiştir. Süre bitiminde çıkartılan parçaların yüzeyindeki su temiz ve nemli bir bez ile kurulanmış ve tartılmıştır ( $m_2$ ) ve % su emme değeri hesaplanmıştır (Eşitlik 6.3):

$$\% \text{ Su emme} = \frac{\text{yaş pişmiş ağırlık} - \text{kuru pişmiş ağırlık}}{\text{kuru pişmiş ağırlık}} \times 100 \quad (6.3)$$

### 6.3.5. Yoğrulma Suyu Deneyi

Kil ve kaolinler; plastik olanlar, plastik olmayanlar, az ve orta plastikler diye sınıflandırılırlar. Plastiklik ele yapışmayacak duruma gelmiş çamurun şekil alma özelliğidir. Plastik olan hammaddeler şekillendirmede, verilen şekli çatlama ve kopma olmadan alırlar. Bir plastik çamurun yoğrulma kıvamında olduğu, alçı üzerinden kolaylıkla kaldırılabilmesinden ve ele yapışmamasından anlaşılır. Plastik olmayan veya az plastik olanlar ise koparlar veya set kıvrımlı köşelerde çatlarlar [47].

Uslu köyü kırmızı kilinin bu özelliğinin belirlenebilmesi için kırmızı kil , 1 kg kuru madde kapasiteli bilyeli değirmenlerde öğütme işlemine tabi tutulmuş, 80 meş'lik elekten geçirilerek süzölmüş ve alçı kalıplar üzerinde fazla suyu alınarak plastik çamur haline getirilerek incelenmiştir.

Bu plastik çamurdan ceviz büyüklüğünde bir parça şekillendirilerek tartılmış ve değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Değişmez ağırlığı saptanan kilin yoğrulma suyu şu şekilde hesaplanmıştır (Eşitlik 6.4):

$$\% \text{ Yoğrulma suyu} = \frac{\text{plastik ağırlık} - \text{kuru ağırlık}}{\text{kuru ağırlık}} \times 100 \quad (6.4)$$

### 6.3.6. Pişme Rengi Tayini

Isı ile karşılaşan hammaddeler, bünyelerindeki metal oksitlerin türüne ve miktarına göre renk değiştirirler. Dolayısıyla üretimde kullanılan hammaddelerin pişme sonrası renk özelliklerini belirlemek için pişme rengi deneyinin yapılması gerekir. Özlü ve özsüz tüm hammaddelere uygulanır [48] .

Kil örnekleri üç ayrı sıcaklıkta (1000, 1100 ve 1160 °C) pişirilerek renk değişimleri incelenmiştir.

### 6.3.7. Dilatometre

Bu yöntemde ihmal edilebilir yük altında ve kontrollü sıcaklık programına tabi tutulan bir maddenin boyutları sıcaklığın fonksiyonu ile ölçülür. Dilatometre ortalama doğrusal termal genleşme katsayısının ölçülmesini sağlar. Dilatometre

özellikle hacim ve uzunluk değişimine yol açacak bileşiklerin yapısında meydana gelecek değişimleri saptamak için oldukça uygun bir tekniktir. Faz değişimi, polimorfik dönüşümler ve cam geçiş gibi farklı değişiklikler bu teknikle saptanabilir.

#### **6.4. Uslu Köyü Kırmızı Kilinin Astar Malzemesi Olarak Kullanımı**

Uslu köyü kırmızı kili, astar uygulamalarında başka malzeme katkısı olmadan, tek başına ve doğal olarak kullanılmıştır.

Astarın hazırlanması için Uslu köyü kırmızı kili, 1kg kuru madde kapasiteli bilyalı değirmenlerde 1 saat öğütüldükten sonra, 63 mikron'luk elekten süzölmüş, püskürtme yöntemiyle pişme rengi beyaz olan ürönlere astar olarak uygulanmış, 1000, 1100 ve 1160 °C sıcaklıklarda pişirilmişlerdir. Aynı form üzerinde astarın sırlı ve sırsız etkisini daha iyi görmek amacıyla, 1000 °C'de astarlı bisküvi pişirimleri yapılan plakaların bir bölümü kurşun, bor ve alkali içerikli, 1000 ve 1160 °C'de gelişen sırlarla kaplanarak pişirilmişlerdir.

#### **6.5. Uslu Köyü Kırmızı Kilinin Stoneware Bünyelerde Kullanımı**

Kırmızı kil ile yarı yaş (plastik şekillendirmeye uygun) stoneware çamuru oluşturmak için farklı reçeteler hazırlanmıştır. Reçete araştırmasında sodyum feldispat, siyenit, kuvars, kaolin ve kilden oluşan plastik şekillendirmeye uygun iki ayrı standart reçetedeki (STD1 ve STD2) beyaz pişen plastik kil yerine Uslu köyü kırmızı kilinin ilavesiyle UR1, UR2 olarak kodlanan bünyeler seçilmiştir.

Yarı yaş çamur hazırlamada; sert hammaddeler (feldispat, kuvars ve sert kaolinler) önceden, 100 meş (150 mikron) elek üstünde bakiye bırakmayacak şekilde öğütölmüştür. Daha sonra suda dağılma özelliğine sahip kil ve kaolinlerle birlikte belirlenen reçete bileşimlerine uygun olarak tartılmış ve suyla homojen bir karışım elde etmek amacıyla bilyeli değirmenlerde 1 saat süreyle karıştırılmışlardır. Belirlenen oranlara uygun olarak hazırlanan yarı yaş çamurların alçı plakalar üzerinde fazla suyu uzaklaştırılmıştır. Yoğrulma işlemiyle plastik

halde tornada, kalıba basarak ve serbest şekillendirmeye uygun hale getirilmişlerdir.

Küçülme ve su emme değerlerinin belirlenmesi için numuneler, 200x200x15 mm boyutlarındaki alçı kalıplarda şekillendirilmiş, kurutma işleminden sonra 1160 °C’de pişirilmişlerdir. Aynı sıcaklıktaki pişme renklerinin ve ergime özelliklerinin belirlenmesi için ise çamurlar, plakalara basılarak şekillendirilmiş ve aynı sıcaklıklarda pişirime tabi tutulmuşlardır. Sırlı pişirim için bünyelerin önce 980 °C’de bisküvi pişirimleri yapılmış, daha sonra, alkali ve bor içerikli şeffaf sırla akıtma yöntemi ile sırlanıp 1160 °C’de son pişirimleri gerçekleştirilmiştir.

#### **6.6. Uslu Köyü Kırmızı Kilinin Sır Bileşeni Olarak Kullanımı**

Uslu köyü kırmızı kilinin farklı ergiticilerle birlikte sır reçetesi içinde ana bileşen olarak kullanılabilme özelliklerini belirlemek için reçete araştırmaları gerçekleştirilmiştir. Uslu köyü kırmızı kili dışında üleksit, sülyen ve 930- 950 °C sıcaklık aralığında ergiyen ticari firit kullanılmıştır.

Sır bileşimini oluşturan hammaddeler belirlenen oranlarda tartıldıktan sonra, her bir karışım 100 g kuru madde kapasiteli bilyalı değirmenlerde 30 dak. homojen olarak karıştırılmış, 63 µm’lik elekten geçirilmiştir. Sırların litre ağırlığı 1400 g olarak ayarlanıp, 980°C’de bisküvi pişirimi yapılmış stoneware plakalar üzerine akıtma yöntemiyle uygulanmıştır. Sırlı pişirim 1160°C’de, elektrikli kamara fırında yapılmıştır.

Örneklerin renk ölçümleri Minolta 3600-d spektrofotometresi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Renk değerleri  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  olarak elde edilmiştir.

## 7.DENEYSEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA

### 7.1. Hammadde Testleri ve Sonuçları

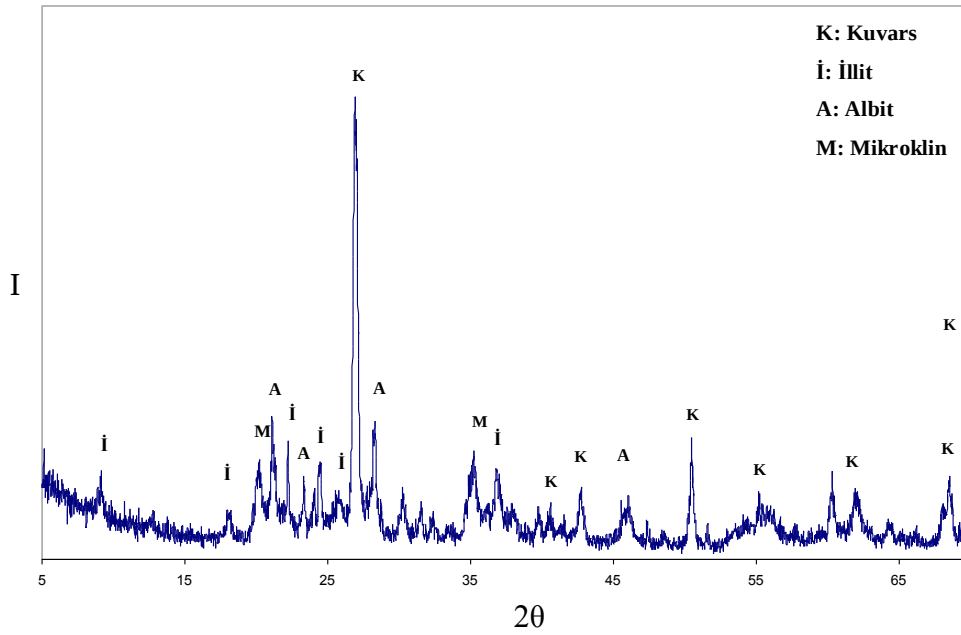
Uslu köyü kırmızı kilinin ve diğer hammaddelerin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 7.1’de verilmiştir.

**Çizelge 7.1.** Astar, çamur ve sır reçetelerinde kullanılan hammaddelerin kimyasal bileşimleri (ağırlıkça % )

| Hammaddeler            | 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> | *A.K. | B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | PbO   |
|------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|-------------------|------------------|------------------|-------|-------------------------------|-------|
| Uslu Köyü Kırmızı Kili | 57,77            | 17,88                          | 8,7                            | 0,47  | 1,41 | 1,98              | 3,16             | 1,05             | 6,58  | —                             | —     |
| Kaolin                 | 69,12            | 18,98                          | 0,80                           | 1,30  | 1,51 | 0,25              | 2,93             | 0,80             | 4,31  | —                             | —     |
| Kil 1                  | 59,42            | 25,59                          | 1,32                           | 0,35  | 0,50 | 0,78              | 0,32             | 0,64             | 11,08 | —                             | —     |
| Kil2                   | 47               | 32,45                          | 2,76                           | 0,54  | 0,82 | 0,46              | 1,00             | 0,85             | 13,69 | —                             | —     |
| Üleksit                | 2,87             | —                              | 0,20                           | 15,45 | 1,54 | 6,48              | 0,18             | 0,04             | 34,57 | 38,67                         | —     |
| Siyenit                | 62,12            | 16,51                          | 4,48                           | 1,45  | 0,93 | 5,08              | 6,57             | 0,48             | 2,38  | —                             | —     |
| Ticari firit           | 39,32            | 0.98                           | 0.10                           | 1.27  | 0.42 | 6.71              | 0.16             | —                | 0,22  | —                             | 51.42 |
| Sülyen                 | —                | —                              | —                              | —     | —    | —                 | —                | —                | 2,00  | —                             | 98,00 |
| Kuvars                 | 99,50            | —                              | —                              | —     | —    | —                 | —                | 0,07             | 0,43  | —                             | —     |

\*A.K.: Ateşte kayıp (Losses on ignition).

Uslu köyü kırmızı kilinin XRD desenleri Şekil 7.1’de görülmektedir. Kırmızı kilin temel kristal fazları: kuvars, illit, albit ve mikroklin olarak saptanmıştır.



Şekil 7.1. Uslu köyü kırmızı kilinin XRD desenleri

Farklı sıcaklıklardaki pişme renklerinin görülmesi için kil herhangi bir işlem uygulanmadan ocaktan alındığı haliyle 1000, 1100 ve 1160 °C sıcaklıklarda pişirilmiştir. Şekil 7.2.’de öğütülmüş kırmızı kilin pişirim sonrası renk değişimleri ve ergime özellikleri görülmektedir.

Uslu köyü kırmızı kili doğal halde kahverengi renkte iken artan sıcaklıkları ile birlikte belirgin bir renk değişimi göstermiştir. 1000 °C’ de pişirim sonrasında kırmızı kilin rengi kırmızımsı kahve, 1100 °C’ de koyu kahverengi, 1160 °C’ de siyahımsı kahverengiden siyaha doğru bir renk geçişi gözlenmektedir. Bu sıcaklıkta kil örneklerinde kısmi erime meydana gelmiştir.

Kilin XRF analizinde görülen % 8,7 oranındaki  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ve sıcaklığa bağlı olarak pişme renginin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Kırmızı killerin çoğu içerdikleri demir ve diğer organik maddelerin miktarına ve pişirim

koşullarına bağlı olarak pembeden devetüyü ve turuncuya, kırmızıdan kahveye değişen pişme renkleri gösterirler [22] .



**Doğal görünüm**



**1000 °C**



**1100 °C**



**1160 °C**

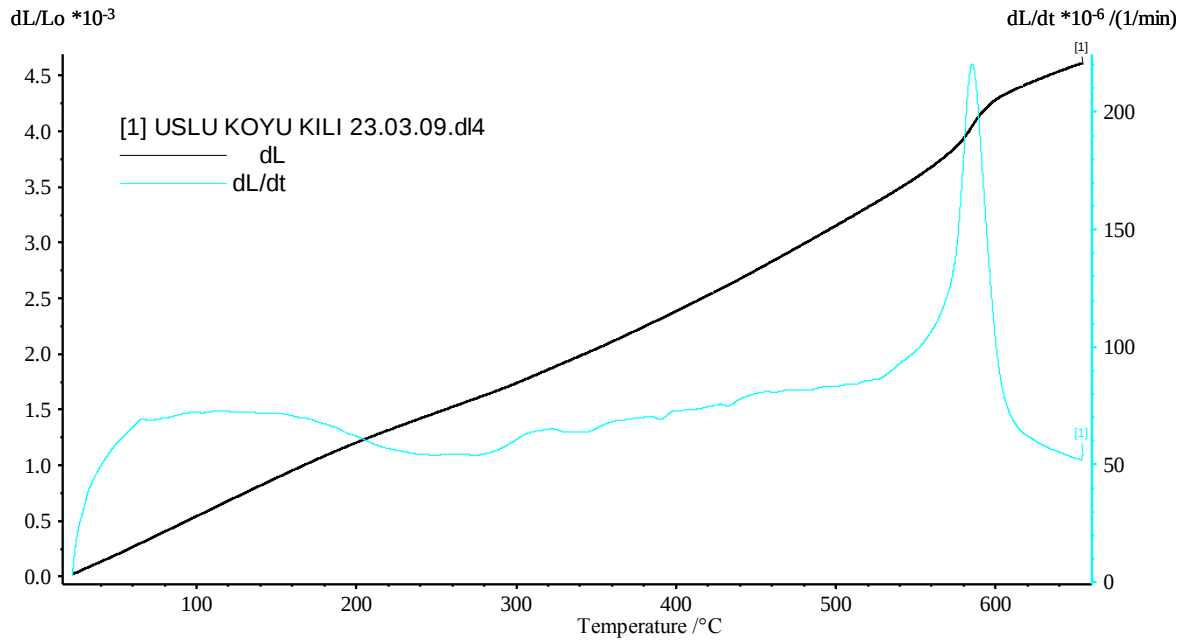
**Şekil 7.2.** Uslu köyü kırmızı kilinin doğal görünümü ve farklı sıcaklıklardaki pişme renkleri

Uslu köyü kırmızı kilinin yoğunluk, ısı genleşme katsayısı, yoğrulma suyu, toplam küçülme, su emme ve mukavemeti değerleri Çizelge 7.2’de verilmiştir.

**Çizelge 7.2.** Uslu köyü kırmızı kilinin fiziksel özellikleri

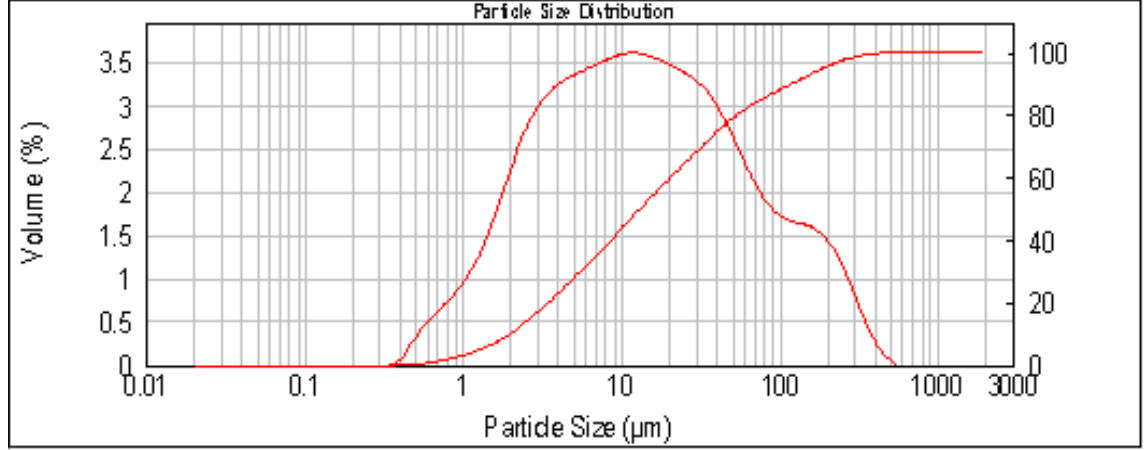
| Özellikler                                    |                       |         |         |
|-----------------------------------------------|-----------------------|---------|---------|
| Isıl genleşme katsayısı ( $\alpha$ ) (400 °C) | 62,5x10 <sup>-7</sup> |         |         |
| Kuru mukavemet (kg/cm <sup>2</sup> )          | 39.12                 |         |         |
| Yoğrulma suyu (%)                             | 37,64                 |         |         |
|                                               | 1000 °C               | 1100 °C | 1160 °C |
| Toplam küçülme (%)                            | 7.23                  | 8.53    | 10.81   |
| Su emme (%)                                   | 9.96                  | 3.28    | 0.62    |
| Pişmiş mukavemet (kg/cm <sup>2</sup> )        | 154.22                | 191.62  | 349,34  |

Dilatometre grafiği Şekil 7.3’te verilen Uslu köyü kırmızı kilinin ısı genleşme katsayısı  $\alpha = 62,5 \times 10^{-7}$  olarak bulunmuştur.



**Şekil 7.3 .** Uslu köyü kırmızı kilinin dilatometre grafiği

Uslu köyü kırmızı kilinin bilyalı değirmende öğütme sonrası ölçülen tane boyut dağılımı grafiği Şekil 7.4’de verilmiştir.



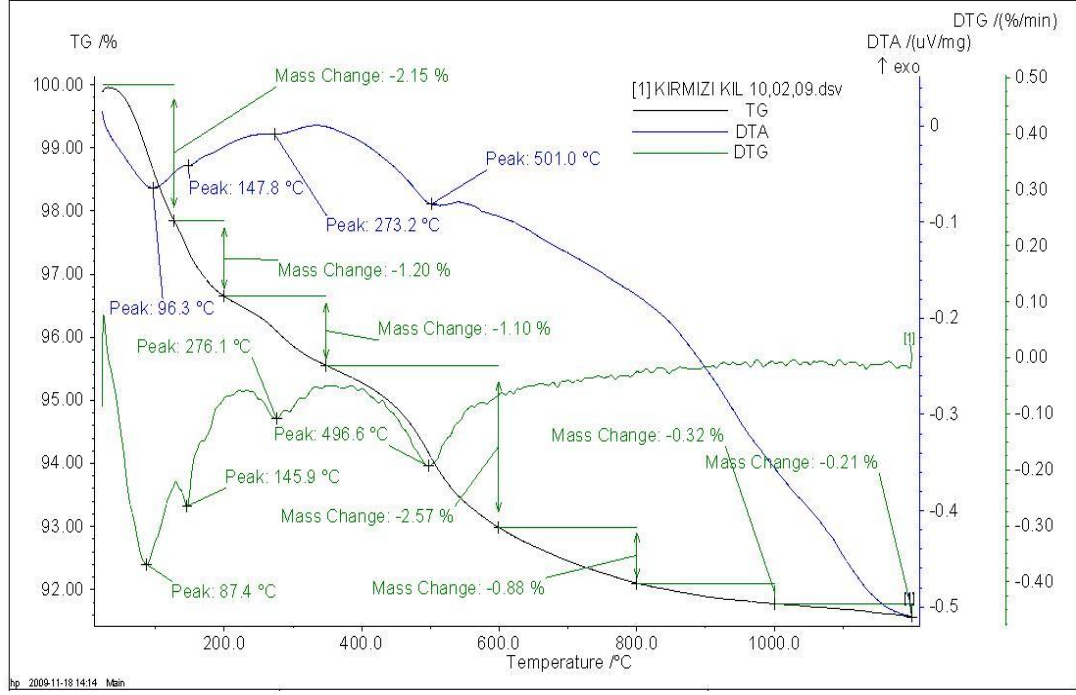
Şekil 7. 4. Uslu köyü kırmızı kilinin tane boyut dağılımı

Uslu köyü kırmızı kilinin Şekil 7.5 ’teki TG/DTA grafiğine göre kil içerisindeki nem miktarı % 2.15 olarak belirlenmiştir. 0-200 °C arasındaki nem miktarı yani kırmızı kilin fiziksel su kaybı % 3.35 olarak belirlenmiştir. 200-400 °C arası kırmızı kil içerisindeki organiklerin yanmasıyla ilgili bilgi vermektedir.

400–800 °C ’ de kristal su uzaklaşmaktadır. Bu sıcaklıklar arasındaki kütle kaybı % 3.45 olarak hesaplanmıştır.

800–1200 °C’de kil içerisindeki sülfatlar uzaklaşmaktadır. Bu sıcaklıklar arasındaki kütle kaybı miktarı da % 0,53 ’ tür.

501.0 °C’de görülen endotermik pik kil minerallerinden kristal suyun uzaklaşması sonucu oluşan reaksiyonu göstermektedir.



Şekil 7. 5. Uslu Köyü kırmızı kilinin TG/ DTA grafiği

Uslu köyü kırmızı kilinin kuru mukavemeti  $39.12 \text{ kg/cm}^2$  olarak ölçülmüştür. Bu değer bir katkı malzemesine gerek duymadan şekillendirme özelliğine sahip bir kil için yüksektir.

Uslu köyü kırmızı kilinin yoğrulma suyu miktarı, % 37.64 olarak tespit edilmiştir. Bu, hammaddenin tek başına herhangi bir katkı malzemesi olmadan şekillendirilebilmesi için uygun bir orandır. Uslu köyü kırmızı kili, öğütme, süzme işleminden geçirildikten sonra rölyefli plakalar halinde kalıba basma yöntemiyle ve tornada elle şekillendirilmiştir. Şekillendirme aşamalarında herhangi bir sorunla karşılaşmamıştır.

Killer, uygun miktarlarda suyla karıştırılarak şekillendirildikleri zaman, sahip oldukları şekli korurlar. Bu özellik plastisite olarak tanımlanır. Malzemenin plastisite özelliği pek çok nedene bağlı olarak değişir. Bazıları daha az plastik, bazıları da çok fazla plastiktir. Bu durumda kile şekillendirme özelliğini kazandırmak için çeşitli ilaveler yapmak gerekir. Çoğu kırmızı kil tek başına şekillendirme özelliğine sahiptir [22] .

Uslu köyü kırmızı kilinden kalıba basma yöntemiyle şekillendirilen plakalar; 1000, 1100 ve 1160 °C’de (Şekil 7.6), tornada şekillendirilen formlar ise yalnızca 1160 °C’de (Şekil 7.7) pişirilmiştirlerdir. 1000 °C’deki plakada kiremit kırmızısı, 1100 °C’de kırmızı kahverengi, 1160 °C’de ise kızıl kahverengi renk oluşumu görülmektedir. Bu sıcaklıkta bünyede yarı sırsı bir yüzey oluşumu söz konusudur.



(a)  
1000 °C



(b)  
1100 °C



(c)  
1160 °C

**Şekil 7. 6.** Uslu köyü kırmızı kili ile şekillendirilen plakaların pişirim sonrası yüzey görüntüleri

Şekillendirilmiş ürünün kullanım amacına hizmet edecek biçimde deformasyon ve erime noktasını aşmayacak ve yeterli dayanıklılık, sertlik, boyutça küçülme özelliklerini kazandıracak pişme sıcaklığının belirlenmesi önemlidir [22].

Pişirimler sonucu şekillendirilmiş bünyelerde herhangi bir deformasyon gözlenmemiştir. Uslu köyünde geleneksel olarak üretilen ürünler; kalıp üzerinde elde şekillendirilmekte ve açık ateşte pişirim tekniği ile pişirilmektedir. 1000, 1100 ve 1160 °C’lerde elde edilen sonuçlar, bu hammaddenin farklı şekillendirme ve pişirim yöntemleri için kullanıma uygun olduğunu göstermektedir.



**Şekil 7.7.** Uslu köyü kırmızı kili ile tornada şekillendirilen formların 1160 °C’deki pişirim sonrası yüzey görünümleri

Tornada şekillendirilen formlar, 980 °C’de bisküvi pişirimleri yapıldıktan sonra, Seger formülü Çizelge 7.3’te verilen alkalili borlu şeffaf sırla sırlanarak 1160 °C’de sırlı pişirime tabi tutulmuşlardır (Şekil 7.8). Sırlı ürünlerde çatlama, kavrama vb. hatalar görülmemiştir. Sır-bünye uyumunun var olduğu söylenebilir.

**Çizelge.7.3.** Şeffaf stoneware sırnın Seger formülü

| Sır                          | Seger formülü           |                                      |                                     |  |
|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--|
| Alkalili borlu<br>şeffaf sır | 0,402 Na <sub>2</sub> O |                                      | 4,396 SiO <sub>2</sub>              |  |
|                              | 0,186 K <sub>2</sub> O  | 0,500 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1,031 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |  |
|                              | 0,412 CaO               |                                      |                                     |  |

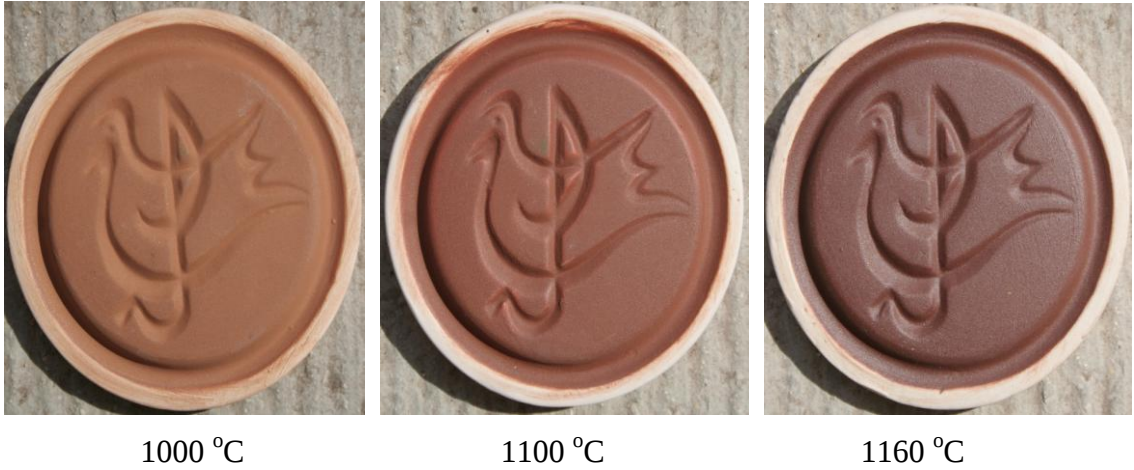


**Şekil 7.8.** Uslu köyü kırmızı kili ile tornada şekillendirilen formların 1160 °C’deki sırlı pişirim sonrası yüzey görünimleri

## 7.2. Uslu Köyü Kırmızı Kili ile Yapılan Astar Uygulama Sonuçları

Uslu köyü kırmızı kilinin bisküvi pişirimleri 980 °C’de yapılmış stoneware bünyeler üzerine daldırma yöntemiyle gerçekleştirilen astar uygulamalarında, astar renginin sıcaklığa bağlı olarak kiremit renginden, kırmızımsı ve kızıl kahverengiye değiştiği gözlenmiştir. Sırlanmadan pişirilen örneklerde, 1000 °C’de kiremit rengi, 1100 °C’de kırmızımsı kahverengi, 1160 °C’de ise kızıl kahverengi bir renk oluşumu görülmektedir. Sıcaklık arttıkça renk koyulaşmaktadır.

Astarlardan genel olarak beklenen özellikler; kuruma ve pişirme prosesleri esnasında çatlama, soyulma, kenar ve köşelerden kopmalar, atmaların olmaması, ayrıca özellikle pişirme sırasında sırda çözünmemesidir [29]. Uslu köyü kırmızı kilinin astar olarak kullanımında, pişmiş yüzeylerde çatlama, atma veya kavlama yoktur. 1160 °C’de pişirilmiş örnekte kısmi erime meydana gelmiştir. Yüzey, sinter-astar görünümündedir (Şekil 7.9 ).

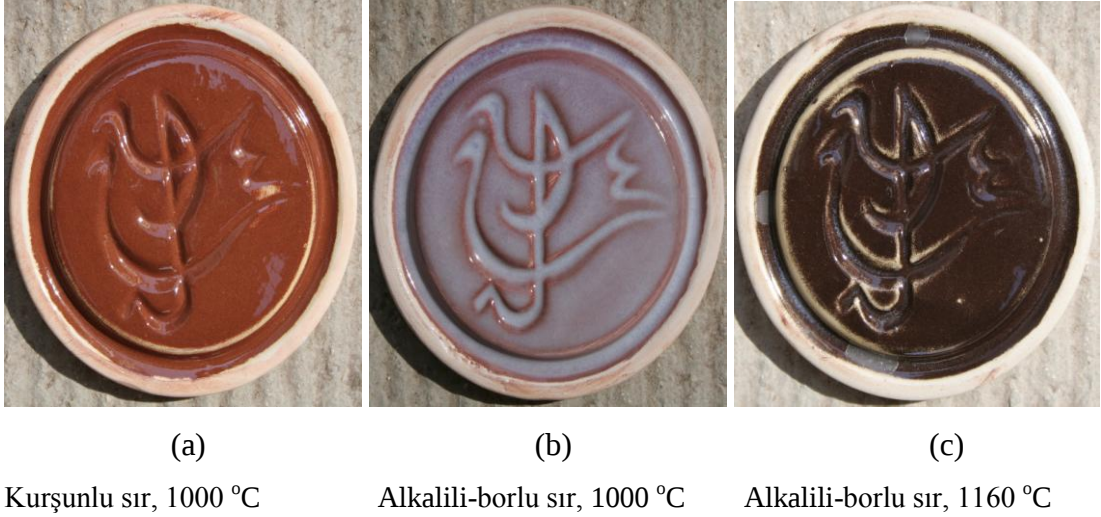


**Şekil 7.9.** Stoneware bünye üzerinde astarlı pişirim sonuçları

Uslu köyü kırmızı kilinin XRF ile yapılan analizinde  $\text{Na}_2\text{O}$ ; % 1,98,  $\text{K}_2\text{O}$  ; % 3,16 ve  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  miktarının % 8,7 olduğu belirlenmiştir. Camlaştıracı karakterdeki bu oksitlerin pişirim sonrasında camsı yüzeylerin oluşumunda etkili oldukları kanısına varılmıştır. Bu nedenle 1160 °C’nin üzerine çıkıldığında astarlanmış üründe camsı yüzeyin daha belirgin olacağı, Uslu köyü kırmızı kilinin artistik amaçlı formlar için uygun bir malzeme olarak ve astar-sır uygulamalarında rahatlıkla kullanılabileceği düşünülmektedir.

Astarlı bünyelerin sırsız pişirimlerinden sonra, ikinci olarak astarlanan örnekler; önce 980 °C’de, bisküvi pişirimine tabi tutulmuşlardır. Kurşunlu, alkali ve sırlarla sırlanarak 1000 °C’de, alkali-bor içerikli, farklı bileşimde sırda sırlanarak 1160 °C’de pişirilmiştir. Astarlı ürün üzerine 1000 °C’de kurşunlu sır uygulamasıyla yüzeyde parlak kiremit kırmızısı renk (Şekil 7.10a ) oluşmuştur. Aynı sıcaklıkta alkali ve borlu sır uygulamasında ise yoğun bir bor tülü oluşumu gözlenmektedir (Şekil 7.10b). Alkalili-borlu sır ile sırlanmış deney plakasının

1160 °C’de pişirilmesi sonucunda koyu kahverengi bir yüzey rengi meydana gelmiştir (Şekil 7.10c ). Astar uygulamalarında sıcaklık ve sır bileşimine bağlı olarak (astarlı yüzeyler sırlanmış ise), yüzey renginin değiştiği tespit edilmiştir.



Şekil 7.10. Astar üzerine 1000 °C ve 1160 °C sır uygulamaları

### 7.3. Uslu Köyü Kırmızı Kili ile Üretilen Stoneware Bünyelerin Özellikleri

Demir oksit ve toplam alkali oksit oranı yüksek olan Uslu köyü kırmızı kili ile yarı yaş (plastik şekillendirmeye uygun) renkli stoneware çamuru oluşturmak için Uslu köyü kırmızı kili dışında siyenit, kuvars, kaolin ve iki farklı plastik kil kullanılarak farklı reçete harmanları deneysel bazda çalışılmış, çıkan sonuçlara göre STD1 ve STD2 kodlu reçeteler standart çamur reçeteleri olarak esas alınmıştır. Bu reçetelerden hareketle, kullanılan kiler yerine Uslu köyü kırmızı kili ilave edilerek şekillendirmeye uygun olan iki ayrı stoneware bünye reçetesi hazırlanmıştır. Uslu köyü kırmızı kili katkılı reçeteler UR1, UR2 şeklinde kodlanmıştır ( Çizelge 7.4).

**Çizelge 7.4.** Standart (STD1, STD2) ve Uslu köyü kırmızı kil katkılı (UR1, UR2 ) stoneware bünye reçeteleri

| Hammaddeler | Bileşim ( Ağırlıkça %) |     |      |     |
|-------------|------------------------|-----|------|-----|
|             | STD1                   | UR1 | STD2 | UR2 |
| Siyenit     | 23                     | 23  | 30   | 30  |
| Kaolin      | 20                     | 20  | 13   | 13  |
| Kuvars      | 5                      | 5   | 5    | 5   |
| Kil 1       | 52                     | -   | -    | -   |
| Kil 2       | -                      | -   | 52   | -   |
| Uslu K. Kil | -                      | 52  | -    | 52  |

Standart ve Uslu köyü kırmızı kilinin reçete içinde kullanılması ile oluşturulan karışımların belirli sıcaklıklarda pişirilmesi sonucu ortaya çıkan (%) toplam küçülme ve (%) su emme değerleri Çizelge 7.5’ te, görülmektedir.

**Çizelge 7.5.** Üretilen stoneware bünyelerin toplam küçülme, su emme değerleri

| Özellikler         | Pişme Sıcaklığı<br>(1160 °C) |       |       |       |
|--------------------|------------------------------|-------|-------|-------|
| Toplam Küçülme (%) | STD1                         | UR1   | STD2  | UR2   |
|                    | 10,03                        | 11,63 | 11,27 | 12,73 |
| Su Emme (%)        | 4,16                         | 2.06  | 3,54  | 1,44  |

Uslu köyü kırmızı kili içeren UR1 ve UR2 bünyelerinin STD1 ve STD2 kodlu standart bünyelere göre toplam küçülme değerlerinin daha yüksek, su emme oranlarının ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Uslu köyü kırmızı kilinin kimyasal bileşiminde Na<sub>2</sub>O (% 1,98) ve özellikle K<sub>2</sub>O (% 3,16), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarlarının (% 8,68) yüksek olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, standart reçetelerdeki kil miktarına eşdeğer oranda (% 52) Uslu köyü kırmızı kilinin kullanımı ile oluşturulan bünyelerde toplam

alkali oksit miktarında bir artış söz konusudur. Buna bağlı olarak yapıda camsı faz oranı artmakta, sonuçta bünyenin daha fazla küçülmesine ve pişmiş bünyenin % su emme miktarının daha az olmasına neden olmaktadır. Reçete bileşimindeki  $\text{Na}_2\text{O}$  ve  $\text{K}_2\text{O}$  oranı, pişme sırasında bünyenin camlaşma derecesini kontrol eder ve ürünün fırından istenen camlaşma oranıyla çıkmasını sağlar. Akışkanlaştırıcı olarak adlandırılan bu oksitlerin pişirim sonrasında standart örneklerle göre su emme değerlerindeki azalma ve küçülme oranlarındaki artışta etkili oldukları düşünülmektedir. Zira ergitici özelliğe ve pişme sonrası boyutça küçülmeyi etkileyen faktörler arasında; silika içeriği ve bünye rejiminin yanı sıra alkali oksit ( $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  ve  $\text{Li}_2\text{O}$ ) içeriğinin olduğu da bilinmektedir [6].

Standart ve Uslu köyü kırmızı kilinin reçete içinde kullanılması ile oluşturulan karışımların  $1160\text{ }^\circ\text{C}$ 'deki sırsız pişirimleri incelendiğinde beyaz kil kullanılarak hazırlanan bünyelerin krem renkte olduğu, kırmızı kilin katkısıyla kızıl kahverengiye dönüştüğü görülmektedir ( Şekil 7.11).



**STD 1**



**STD 2**



**UR1**



**UR2**

**Şekil 7.11.** Standart ve Uslu köyü kırmızı kili içeren bünyelerin sırsız yüzey görüntüleri

Standart ve Uslu köyü kırmızı kili içeren reçete karışımlarına şekillendirme ve 980 °C’de bisküvi pişirimleri sonrası alkalili borlu şeffaf sır uygulanarak 1160 °C’de pişirilmişlerdir. Elde edilen bünyelerin yüzey görüntüleri (Şekil 7.12) incelendiğinde standart bünyelerde yüzeyde çatlaklar gözlenirken, Uslu köyü kırmızı kili içeren bünyelerde herhangi bir çatlama görülmemiştir. Sır-bünye uyumsuzluğu söz konusu değildir. Yüzeylerde rengin parlak koyu kahverengi, sırn kalın olduğu bölgelerde ise bor tülü oluşumu gözlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara bağlı olarak, bu reçetelerin 1100–1160 °C aralığındaki sıcaklıklarda rahatlıkla kullanılabileceği düşünülmektedir.



**STD1**



**STD 2**



**UR1**



**UR2**

**Şekil 7.12.** Standart ve Uslu köyü kırmızı kili içeren bünyelerin sırlı yüzey görüntüleri

#### 7.4. Uslu Köyü Kırmızı Kilinin Sır Bileşeni Olarak Kullanım Sonuçları

Uslu köyü kırmızı kilinin farklı ergiticilerle birlikte sır reçetesi içinde ana bileşen olarak kullanılabılme özelliklerini belirlemek için yapılan reçete araştırmalarında; ergitici katkısının elde edilen sırlı pişmiş yüzeylerin renk ve doku özelliklerini etkilediği gözlenmiştir. Uslu köyü kırmızı kili, üleksit, sülyen ve ticari fırıt içerikli sırların reçete bileşimleri (ağırlıkça %) ve Seger bileşimleri Çizelge 7.6, Çizelge 7.8 ve Çizelge 7. 10'da verilmiştir.

**Çizelge 7.6.** Üleksit ve Uslu köyü kırmızı kili katkılı sırların reçete bileşimleri (ağırlıkça %) ve Seger formülleri

| Reçete No | Hammadde   | Reçete bileşimi<br>(ağırlıkça %) | Seger formülü                                    |                                                                              |                                                                |
|-----------|------------|----------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| S1        | Üleksit    | 60                               | 0,255 Na <sub>2</sub> O                          | 1,414 SiO <sub>2</sub>                                                       |                                                                |
|           | *Uslu kili | 40                               | 0,049 K <sub>2</sub> O<br>0,571 CaO<br>0,125 MgO | 0,237 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>0,076 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,019 TiO <sub>2</sub><br>1,127 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  |
| S2        | Üleksit    | 55                               | 0,256 Na <sub>2</sub> O                          | 1,658 SiO <sub>2</sub>                                                       |                                                                |
|           | *Uslu kili | 45                               | 0,058 K <sub>2</sub> O<br>0,555 CaO<br>0,131 MgO | 0,281 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>0,090 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,022 TiO <sub>2</sub><br>1,090 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  |
| S3        | Üleksit    | 50                               | 0,258 Na <sub>2</sub> O                          | 1,931 SiO <sub>2</sub>                                                       |                                                                |
|           | *Uslu kili | 50                               | 0,067 K <sub>2</sub> O<br>0,537 CaO<br>0,138 MgO | 0,330 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>0,105 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,026 TiO <sub>2</sub><br>1,049 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  |
| S4        | Üleksit    | 45                               | 0,259 Na <sub>2</sub> O                          | 2,238 SiO <sub>2</sub>                                                       |                                                                |
|           | *Uslu kili | 55                               | 0,078 K <sub>2</sub> O<br>0,517 CaO<br>0,146 MgO | 0,386 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>0,123 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,030 TiO <sub>2</sub><br>1,0047 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| S5        | Üleksit    | 40                               | 0,261 Na <sub>2</sub> O                          | 2,585 SiO <sub>2</sub>                                                       |                                                                |
|           | *Uslu kili | 60                               | 0,089 K <sub>2</sub> O<br>0,494 CaO<br>0,155 MgO | 0,449 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>0,142 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,035 TiO <sub>2</sub><br>0,952 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  |
| S6        | Üleksit    | 35                               | 0,263 Na <sub>2</sub> O                          | 2,983 SiO <sub>2</sub>                                                       |                                                                |
|           | *Uslu kili | 65                               | 0,103 K <sub>2</sub> O<br>0,468 CaO<br>0,166 MgO | 0,522 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>0,164 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,040 TiO <sub>2</sub><br>0,892 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  |

**Çizelge 7.6. (Devam)** Üleksit ve Uslu köyü kırmızı kili katkılı sırların reçete bileşimleri (ağırlıkça %) ve Seger formülleri

|     |            |    |                         |                                      |                                     |
|-----|------------|----|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| S7  | Üleksit    | 30 | 0,265 Na <sub>2</sub> O |                                      | 3,442 SiO <sub>2</sub>              |
|     | *Uslu kili | 70 | 0,119 K <sub>2</sub> O  | 0,605 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,046 TiO <sub>2</sub>              |
|     |            |    | 0,438 CaO               | 0,190 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,824 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
|     |            |    | 0,178 MgO               |                                      |                                     |
| S8  | Üleksit    | 25 | 0,268 Na <sub>2</sub> O |                                      | 3,977 SiO <sub>2</sub>              |
|     | *Uslu kili | 75 | 0,137 K <sub>2</sub> O  | 0,702 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,053 TiO <sub>2</sub>              |
|     |            |    | 0,403 CaO               | 0,220 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,744 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
|     |            |    | 0,192 MgO               |                                      |                                     |
| S9  | Üleksit    | 20 | 0,271 Na <sub>2</sub> O |                                      | 4,610 SiO <sub>2</sub>              |
|     | *Uslu kili | 80 | 0,159 K <sub>2</sub> O  | 0,817 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,062 TiO <sub>2</sub>              |
|     |            |    | 0,362 CaO               | 0,256 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 649 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   |
|     |            |    | 0,208 MgO               |                                      |                                     |
| S10 | Üleksit    | 15 | 0,275 Na <sub>2</sub> O |                                      | 5,396 SiO <sub>2</sub>              |
|     | *Uslu kili | 85 | 0,185 K <sub>2</sub> O  | 0,956 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,072 TiO <sub>2</sub>              |
|     |            |    | 0,312 CaO               | 0,299 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,536 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
|     |            |    | 0,228 MgO               |                                      |                                     |
| S11 | Üleksit    | 10 | 0,280 Na <sub>2</sub> O |                                      | 6,298 SiO <sub>2</sub>              |
|     | *Uslu kili | 90 | 0,217 K <sub>2</sub> O  | 1,124 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,085 TiO <sub>2</sub>              |
|     |            |    | 0,251 CaO               | 0,351 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,397 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
|     |            |    | 0,252 MgO               |                                      |                                     |

\*Uslu kili: Uslu köyü kırmızı kili

Kırmızı kilin % 40 - % 90 arasında artan oranlarında, üleksitin %60 - % 10 arasında azalan oranlarda kullanılmasıyla oluşturulan sırlarda; kırmızı kil miktarının artmasıyla renk tonlarının gittikçe koyulaşmaktadır. Kırmızılığın (a\*) arttığı, beyazlığın (L\*) ise azaldığı Çizelge 7.7'deki renk ölçüm sonuçlarında da görülmektedir. Şekil 7.13'de görülen S1, S2 ve S3 sırlarında renk şeffaf, açık kremden koyu krem rengine değişmektedir. Sırasıyla %40, %45 ve %50 oranlarında sır içinde yer alan Uslu köyü kırmızı kilinin renk etkisinin çok kuvvetli olmadığı, Uslu kili miktarının %55'e çıkmasıyla (S4) belirgin bir koyulaşma olduğu gözlenmektedir. S4 ile birlikte S5, S6 ve S7 kodlu sırlarda açık bal renginden koyu kırmızı ve bordoya dönük kahverengiye dönüşen dokulu yüzeyler, S9, S10 ve S11 kodlu sırlarda ise kırmızımsı kahverengi tonlar oluşmuştur.

**Çizelge 7.7.** Üleksit ve Uslu köyü kırmızı kili içeren sır denemelerinin renk ölçüm sonuçları

| <b>Sır reçete<br/>no</b> | <b>L<sup>*</sup></b> | <b>a<sup>*</sup></b> | <b>b<sup>*</sup></b> | <b>Renk</b>       |
|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| S1                       | 69.70                | 2.38                 | 37.22                | Açık krem         |
| S2                       | 68.69                | 3.62                 | 33.11                | Krem              |
| S3                       | 69.10                | 4.76                 | 31.99                | Koyu krem         |
| S4                       | 65.14                | 5.54                 | 28.99                | Açık bal          |
| S5                       | 62.21                | 6.44                 | 25.05                | Bal               |
| S6                       | 32.24                | 7.73                 | 20.77                | Koyu bal          |
| S7                       | 31.60                | 7.89                 | 6.89                 | Parlak kahverengi |
| S8                       | 31.83                | 10.29                | 4.03                 | Siyah             |
| S9                       | 28.14                | 10.98                | 1.42                 | Kızıl kahverengi  |
| S10                      | 28.11                | 14.08                | 0.29                 | Kızıl kahverengi  |
| S11                      | 28.07                | 15.34                | 0.03                 | Kızıl kahverengi  |

Pişme sonrası sırlı yüzeylerde çatlama, kavlama veya toplanma gibi sır hatalarına rastlanmamıştır. Sır-bünye arasında uyum söz konusudur.



S1



S2



S3



S4



S5



S6



S7



S8



S9



S10



S11

Şekil 7.13. Üleksit ve Uslu köyü kırmızı kili katkılı sırların 1160 °C 'deki pişme renkleri

**Çizelge 7. 8 . Sülyen ve Uslu köyü kırmızı kili katkılı sırların reçete bileşimleri (ağırlıkça %) ve Seger formülleri**

| Reçete No | Hammadde             | Reçete bileşimi<br>(ağırlıkça %) | Seger formülü                                                 |                                                                              |                         |
|-----------|----------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| S12       | Sülyen<br>*Uslu kili | 60                               | 0,030 Na <sub>2</sub> O                                       | 0,164 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>0,051 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,913 SiO <sub>2</sub>  |
|           |                      | 40                               | 0,031 K <sub>2</sub> O<br>0,008 CaO<br>0,033 MgO<br>0,898 PbO |                                                                              | 0,012 TiO <sub>2</sub>  |
| S13       | Sülyen<br>*Uslu kili | 55                               | 0,036 Na <sub>2</sub> O                                       | 0,197 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>0,061 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1,095 SiO <sub>2</sub>  |
|           |                      | 45                               | 0,038 K <sub>2</sub> O<br>0,009 CaO<br>0,039 MgO<br>0,878 PbO |                                                                              | 0,0115 TiO <sub>2</sub> |
| S14       | Sülyen<br>*Uslu kili | 50                               | 0,043 Na <sub>2</sub> O                                       | 0,234 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>0,073 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1,303 SiO <sub>2</sub>  |
|           |                      | 50                               | 0,045 K <sub>2</sub> O<br>0,011 CaO<br>0,047 MgO<br>0,854 PbO |                                                                              | 0,018 TiO <sub>2</sub>  |
| S15       | Sülyen<br>*Uslu kili | 45                               | 0,051 Na <sub>2</sub> O                                       | 0,277 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>0,086 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1,543 SiO <sub>2</sub>  |
|           |                      | 55                               | 0,053 K <sub>2</sub> O<br>0,013 CaO<br>0,055 MgO<br>0,828 PbO |                                                                              | 0,021 TiO <sub>2</sub>  |
| S16       | Sülyen<br>*Uslu kili | 40                               | 0,060 Na <sub>2</sub> O                                       | 0,327 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>0,102 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1,822 SiO <sub>2</sub>  |
|           |                      | 60                               | 0,063 K <sub>2</sub> O<br>0,016 CaO<br>0,065 MgO<br>0,796 PbO |                                                                              | 0,025 TiO <sub>2</sub>  |
| S18       | Sülyen<br>*Uslu kili | 35                               | 0,083 Na <sub>2</sub> O                                       | 0,457 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>0,142 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 2,547 SiO <sub>2</sub>  |
|           |                      | 65                               | 0,088 K <sub>2</sub> O<br>0,022 CaO<br>0,091 MgO<br>0,715 PbO |                                                                              | 0,034 TiO <sub>2</sub>  |
| S19       | Sülyen<br>*Uslu kili | 30                               | 0,099 Na <sub>2</sub> O                                       | 0,544 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>0,169 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 3,028 SiO <sub>2</sub>  |
|           |                      | 70                               | 0,104 K <sub>2</sub> O<br>0,026 CaO<br>0,109 MgO<br>0,662 PbO |                                                                              | 0,041 TiO <sub>2</sub>  |
| S20       | Sülyen<br>*Uslu kili | 25                               | 0,119 Na <sub>2</sub> O                                       | 0,651 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>0,203 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 3,629 SiO <sub>2</sub>  |
|           |                      | 75                               | 0,125 K <sub>2</sub> O<br>0,031 CaO<br>0,130 MgO<br>0,595 PbO |                                                                              | 0,049 TiO <sub>2</sub>  |
| S21       | Sülyen<br>*Uslu kili | 20                               | 0,144 Na <sub>2</sub> O                                       | 0,789 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>0,246 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 4,398 SiO <sub>2</sub>  |
|           |                      | 80                               | 0,151 K <sub>2</sub> O<br>0,038 CaO<br>0,158 MgO<br>0,509 PbO |                                                                              | 0,059 TiO <sub>2</sub>  |
| S22       | Sülyen<br>*Uslu kili | 15                               | 0,178 Na <sub>2</sub> O                                       | 0,973 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>0,303 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 5,419 SiO <sub>2</sub>  |
|           |                      | 85                               | 0,187 K <sub>2</sub> O<br>0,047 CaO<br>0,195 MgO<br>0,395 PbO |                                                                              | 0,073 TiO <sub>2</sub>  |

\*Uslu kili: Uslu köyü kırmızı kili

Sır reçetelerinde üleksit yerine eşdeğer oranlarda sülyen kullanılmasıyla oluşturulan S12 - S22 arasındaki sırlarda renk tonlarının farklılaştığı, gözlenmektedir. Üleksitli sırlarda S1 reçetesinde (%60 üleksit + %40 Uslu köyü kırmızı kili) renk; açık krem iken, üleksit yerine aynı oranda (%60) sülyen kullanıldığında (S12) turuncumsu sarı rengin hakim olduğu görülmektedir. Benzer değişim S13 (bal rengi) ve S14 (sarımsı kırmızı kahverengi) sırları içinde geçerlidir. Üleksitli ve kurşunlu sırların pişme renkleri arasındaki farklılığının Kırmızı kilin XRF analizinde tespit edilmiş olan ağırlıkça % 8,7 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>'in, Kurşun oksit ile etkileşiminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Kırmızı kil miktarı arttıkça kırmızı kahverengi renkler meydana gelmiştir (Şekil 7.14).

Sır ve bünye arasında herhangi bir çatlama, kavlama, toplanma vb. hatalar gözlenmemiştir.

Çizelge 7.9'da sülyen ve Uslu köyü kırmızı kili içeren sır denemelerinin renk ölçüm sonuçları verilmektedir.

**Çizelge 7.9.** Sülyen ve Uslu köyü kırmızı kili içeren sır denemelerinin renk ölçüm sonuçları

| Sır reçete no | L*    | a*    | b*    | Renk                       |
|---------------|-------|-------|-------|----------------------------|
| S12           | 50.29 | 3.18  | 37.47 | Turuncu sarı               |
| S13           | 43.47 | 3.43  | 13.95 | Bal                        |
| S14           | 38.73 | 4.53  | 13.90 | Sarımsı kırmızı kahverengi |
| S15           | 35.31 | 4.67  | 7.73  | Sarımsı kahverengi         |
| S16           | 34.75 | 6.30  | 4.26  | Kahverengi                 |
| S17           | 33.74 | 6.47  | 3.11  | Koyu kahverengi            |
| S18           | 33.69 | 8.37  | 3.13  | Koyu kahverengi            |
| S19           | 33.35 | 10.04 | 2.72  | Kırmızı kahverengi         |
| S20           | 32.69 | 13.35 | 1.12  | Kırmızı kahverengi         |
| S21           | 32.13 | 15.74 | 0.68  | Kırmızı kahverengi         |
| S22           | 31.66 | 17.67 | 0.46  | Kırmızı kahverengi         |



S12



S13



S14



S15



S16



S17



S18



S19



S20



S21



S22

**Şekil 7.14.** Sülyen -Uslu köyü kırmızı kili katkılı sırların 1160 °C 'deki pişme renkleri

**Çizelge 7. 10.** Ticari firit ( T. firit ) ve Uslu köyü kırmızı kili katkılı sırların reçete (ağırlıkça %) bileşimleri ve Seger formülleri

| Reçete No | Hammadde   | Reçete bileşimi<br>(ağırlıkça %) | Seger formülü                                                 |                                                                              |                         |
|-----------|------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| S23       | T. firit   | 50                               | 0,239 Na <sub>2</sub> O                                       | 0,314 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>0,094 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 2,754 SiO <sub>2</sub>  |
|           | *Uslu kili | 50                               | 0,060 K <sub>2</sub> O<br>0,053 CaO<br>0,077 MgO<br>0,571 PbO |                                                                              | 0,022 TiO <sub>2</sub>  |
| S24       | T. firit   | 45                               | 0,241 Na <sub>2</sub> O                                       | 0,365 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>0,110 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 2,999 SiO <sub>2</sub>  |
|           | *Uslu kili | 55                               | 0,70 K <sub>2</sub> O<br>0,054 CaO<br>0,087 MgO<br>0,548 PbO  |                                                                              | 0,026 TiO <sub>2</sub>  |
| S25       | T. firit   | 40                               | 0,243 Na <sub>2</sub> O                                       | 0,424 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>0,128 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 3,280 SiO <sub>2</sub>  |
|           | *Uslu kili | 60                               | 0,081 K <sub>2</sub> O<br>0,055 CaO<br>0,098 MgO<br>0,522 PbO |                                                                              | 0,031 TiO <sub>2</sub>  |
| S26       | T. firit   | 35                               | 0,246 Na <sub>2</sub> O                                       | 0,492 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>0,150 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 3,604 SiO <sub>2</sub>  |
|           | *Uslu kili | 65                               | 0,094 K <sub>2</sub> O<br>0,056 CaO<br>0,111 MgO<br>0,493 PbO |                                                                              | 0,0036 TiO <sub>2</sub> |
| S27       | T. firit   | 30                               | 0,250 Na <sub>2</sub> O                                       | 0,571 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>0,174 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 3,982 SiO <sub>2</sub>  |
|           | *Uslu kili | 70                               | 0,109 K <sub>2</sub> O<br>0,058 CaO<br>0,126 MgO<br>0,458 PbO |                                                                              | 0,042 TiO <sub>2</sub>  |
| S28       | T. firit   | 25                               | 0,254 Na <sub>2</sub> O                                       | 0,664 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>0,204 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 4,431 SiO <sub>2</sub>  |
|           | *Uslu kili | 75                               | 0,127 K <sub>2</sub> O<br>0,059 CaO<br>0,143 MgO<br>0,416 PbO |                                                                              | 0,049 TiO <sub>2</sub>  |
| S29       | T. firit   | 20                               | 0,258 Na <sub>2</sub> O                                       | 0,776 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>0,239 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 4,969 SiO <sub>2</sub>  |
|           | *Uslu kili | 80                               | 0,149 K <sub>2</sub> O<br>0,062 CaO<br>0,165 MgO<br>0,367 PbO |                                                                              | 0,058 TiO <sub>2</sub>  |
| S30       | T. firit   | 15                               | 0,264 Na <sub>2</sub> O                                       | 0,914 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>0,282 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 5,629 SiO <sub>2</sub>  |
|           | *Uslu kili | 85                               | 0,175 K <sub>2</sub> O<br>0,064 CaO<br>0,191 MgO<br>0,306 PbO |                                                                              | 0,068 TiO <sub>2</sub>  |
| S31       | T. firit   | 10                               | 0,271 Na <sub>2</sub> O                                       | 1,086 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>0,337 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 6,456 SiO <sub>2</sub>  |
|           | *Uslu kili | 90                               | 0,208 K <sub>2</sub> O<br>0,067 CaO<br>0,223 MgO<br>0,230 PbO |                                                                              | 0,081 TiO <sub>2</sub>  |

\*Uslu kili: Uslu köyü kırmızı kili

Uslu köyü kırmızı kili ve Ticari firit hazırlanan sırlarda sır ve bünye arasında genel olarak uyumsuzluk gözlenmemiştir. Ticari firitin %45 ve %50 oranlarında kullanıldığı durumda genel olarak yüzeyde sarı, kızıl kahve tonları (S23, S24) oluşmuştur. Kilin artan katkı oranlarına bağlı olarak renk önce koyu kahverengi (S25, S26, S27) olmuş, kırmızı kil oranının % 75 - %90 arasında eşit olarak artmasıyla kızıl kahve tonlarının geliştiği gözlenmiştir (Şekil 7.15).



Şekil 7.15. Ticari firit -Uslu köyü kırmızı kil katkılı sırların 1160 °C 'deki pişme renkleri

Uslu köyü kırmızı kilinin; üleksit, sülyen ve Kütahya 'dan temin edilen ticari firit (Kütahya çini sıırı) ile ikili sistem içinde belirlenen oranlarda kullanılmasıyla elde edilen sırlı pişirim sonuçlarına göre, bu sırların astar sıırı olarak tanımlanabileceğı, özellikle sanatsal formlarda zengin görsel ve estetik görünümler oluşturabileceğı kanısına varılmıştır.

Astar sıırı olarak tanımlanan sırların yüksek oranda kil içeren sırlar olduğı, earthenware kılillerinin olgunlaşma sıcaklıklarının üzerindeki sıcaklıklarda pişirilirse eriyebileceğı ve sıırı halinde camlaşacağı, ayrıca kilin kendisiyle astar sıırı elde etmenin mümkün olacağı belirtilmektedir. Reçetede kullanılacak kilin pişme sıcaklığı yüksekse, uygun bir ergiticiye ihtiyaç olduğı, yüksek oranda demir içeren bir kille, hiçbir renklendiriciye gerek duyulmadan krem, kahverengi, siyah-kahve tonlarında ve farklı dokularda astar sırları elde edilebileceğı de ifade edilmektedir[25].

Uslu köyü kırmızı kilinin % 40-% 90 arasındaki oranlarda, bor oksit içeriğı yüksek olan üleksit, kurşun bileşimi olan sülyen ve yine kurşunlu, düşük sıcaklıkta gelişen ticari bir firit ile birlikte kullanılmasıyla oluşturulan sırlarda elde edilen sonuçların görüntüleri bu bilgileri doğrulamaktadır.

## 8. GENEL DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada Elazığ İli, Sivrice İlçesi, Uslu Köyü'nde çömlekçilikte kullanılan kırmızı kilin, kimyasal, fiziksel ve mineralojik özelliklerinin belirlenmesi ve bu kilin seramik çamur, sır ve astar bünyelerinde kullanılabilirliği üzerine araştırmalar yapılmıştır.

Uslu köyü kırmızı kili, ham halde kahverengi renkte iken artan sıcaklıkla birlikte koyu, siyahımsı kahverengiye doğru giden bir renk değişimi göstermiştir. Uslu köyünde, ilkel çamur hazırlama yöntemleri kullanılmaktadır. Plastik hale getirilen kil, aynı hammaddeden yapılan, pişirilmemiş, yalnızca kurutulmuş bir disk üzerinde şekillendirilmekte ve açık ateşte pişirim yöntemi kullanılmaktadır. Geleneksel olarak uygulanan bu yöntemin dışında, Uslu köyü kırmızı kilinin, tornada ve kalıba basma yöntemleriyle formların şekillendirilmesinde bir sorun yaşanmamıştır. Yoğrulma suyu oranı % 37,64 olan kil plastik şekillendirme yöntemleri için uygun özellikler taşımaktadır. Pişirim, 0,5 m<sup>3</sup> hacimli elektrikli kamara fırında, 2,5 °C /dak. hızla 1000, 1100 ve 1160 °C sıcaklıklarında yapılmış ve ürünlerde bir deformasyon gözlenmemiştir. Pişirim sonucu sıcaklık artışına bağlı olarak renk kiremit kırmızısından, kızıl kahverengiye değişmektedir. 1160 °C 'de düşük su emme oranına sahip bir bünye oluşumu gözlenmiştir.

Uslu köyü kırmızı kilinin stoneware bisküvileri üzerine daldırma yöntemiyle yapılan astar uygulamalarında, astar renginin sıcaklığa bağlı olarak kiremit renginden, kırmızımsı ve kızıl kahverengiye değiştiği gözlenmiştir. Astarlı, pişmiş yüzeylerde çatlama, atma veya kavlama gözlenmemiştir. Bu nedenle 1160 °C'nin üzerine çıkıldığında astarlanmış üründe camsı yüzeyin daha belirgin olacağı düşünülmektedir.

Astarlı ürün üzerine 1000 °C'de kurşunlu sır uygulamasıyla yüzeyde parlak kiremit kırmızısı renk oluşmuştur. Aynı sıcaklıkta alkali ve borlu sır uygulamasında ise yoğun bir bor tülü oluşumu gözlenmiştir. Astar uygulamalarında sıcaklık ve sır bileşimine bağlı olarak (astarlı yüzeyler sırlanmış ise), yüzey renginin değiştiği tespit edilmiştir.

Uslu köyü kırmızı kilinin stoneware bünye reçetesi içinde kullanılması ile oluşturulan karışımların 1160 °C’de pişirilmesi sonucu hazırlanan bünyelerde Uslu köyü kırmızı kili katkısıyla toplam küçülme değerlerinde kısmi bir artma, su emme değerlerinde ise azalma olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçlara bağlı olarak, bu reçetelerin 1100–1160 °C sıcaklık aralığında kullanılmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

Uslu köyü kırmızı kilinin, ergiticilerle birlikte sır reçetesi içinde kullanımı sonucu elde edilen sırlı yüzeylerin renk ve erime özelliklerini etkilediği görülmüştür. Genelde kırmızı kil ile kullanılan ergiticilerle hazırlanan sırlarda herhangi bir sır ve bünye uyumsuzluğu gözlenmemiştir. Renkleri kremden, bal, sarımsı kahverengi, koyu ve kızıl kahverengiye değişen, dokulu, zengin görsel etkisi olan yüzeyler oluşmuştur. Elde edilen sonuçlar, bu sırların astar sır olarak özellikle sanatsal ürünlerde rahatlıkla kullanılabileceğini göstermektedir.

Uslu köyü kırmızı kilinin özellikleri; bu kilin tek başına ya da reçeteler içinde kullanımıyla üretilen çamur ve astarlarla 1000, 1100 ve 1160 °C sıcaklıklarında sırsız ve sırlı olarak gerçekleştirilen araştırmalar, kilden üretilen sırlar, hammaddenin farklı şekillerde değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Uslu köyü işsizlik nedeniyle genç nüfusun giderek azaldığı bir yerdir. Bu nedenle burada sağlanacak iş imkânları bu köyün giderek yok olmasını da engelleyecektir. Köyde göç oranı gün geçtikçe artmaktadır. Bölgede geleneksel çömlekçilikte kullanılan kırmızı kilin fiziksel, kimyasal ve mineralojik özellikleri ile ilgili sonuçlar ve kil ile gerçekleştirilmiş çalışmalar malzemenin yeniden ve daha geniş bir alanda, alternatif yöntemlerle değerlendirilebileceğini göstermektedir. Uzun yıllar devam etmiş olan, ancak bugün kaybolma noktasına gelen bu geleneğin yeniden canlandırılması için çeşitli çalışmaların yapılması gerektiği kanısına varılmıştır. Zengin bir tarihi dokuya sahip olan bu bölgede, konuya ilişkin sanatsal, kültürel ve teknik projelerin hazırlanması, hammadde hazırlıktan, fırından çıkan ürüne kadar her aşamada sanat, teknoloji ve tasarımın tüm olanaklarının kullanılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] Prudence, M.R., “*Pottery Analysis*”, The University of Chicago Press/Chicago and London, 1987.
- [2] Rado, P., “*An Introduction to the Technology of Potter*”, Pergamon Pres, 1-5, U.K, 1988.
- [3] Özen, A.T., “*Geleneksel Çömlek Sanatı*”, Anadolu Üniversitesi yayınları, No. 1277, Halk Bilim ve Araştırma Merkezi Yayınları, Eskişehir, 2001.
- [4] Güner, G., “*Anadolu’da Yaşamakta Olan İlkel Çömlekçilik*”, I. Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 1-4, 2001.
- [5] Çelik, M. ve Karakaya, N., “*Sistemik Mineroloji*”, Bizim Büro Basımevi, 15, Konya, 1998.
- [6] Karakaya, Çelik, M., “*Seramik Hammaddelerinin Mineralojisi, Kimyası ve Tüflerin Değerlendirilmesi*”, IV. Uluslararası Katılımlı Seramik, Cam, Emaye, Sır ve Boya Semineri (SERES’07) Bildiriler Kitabı, 230-240, 2007.
- [7] Akıncı, Ö., “*Seramik Killeri ve Jeolojisi*”, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, 63-66, Ankara.
- [8] Köktürk, V., “*Endüstriyel Hammaddeler*” Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınlar, 205-256, No:205, İzmir, 2002.
- [9] Erguvanlı, K., “*Mühendislik Jeolojisi*”, İstanbul, 5. Baskı Seç Yayın Dağıtım, 1994.
- [10] Kibici, Y., “*Seramik Hammaddeleri ve Teknolojik Özellikleri*”, III. Uluslararası Katılımlı Seramik, Cam, Emaye, Sır ve Boya Semineri (SERES), Eskişehir, 2005.
- [11] Karakaya, Çelik, M., “*Kil Minerallerinin Özellikleri ve Tanımlama Yöntemleri*”, Bizim Büro Basımevi, Yayın Dağ. San. Tic. Ltd. Şti., 303-304 Ankara, 2006.
- [12] Bektaş, U., “*Mineraller, Kristallografi, Mineraloji*”, 408-414, Kurtiş Matbaası, İstanbul, 1990.
- [13] Malayoğlu, U. ve Akar, A., “*Killerin Sınıflandırmasında ve Kullanım Alanlarının Saptanmasında Aranan Kriterlerin İrdelenmesi*”, Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 21-22 Nisan 1995.

- [14] Karaman, S., “*Yapı Tuğlalarında Renk Oluşumu* ” Gaziosmanpaşa Üniv., Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 125-128, Tokat.
- [15] T.C. Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, 1995, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu, Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu *Seramik-Refrakter- Cam Hammaddeleri Çalışma Grubu Raporu*, DPT:2418-ÖİK:47, Ankara.
- [16] Bormans, P., “*Ceramics are More than Clay Alone*”, Cambridge International Science Publishing, 104-107, 2004.
- [17] Kuşçu, M., “*Endüstriyel Kayaçlar ve Mineraller*”, 94-141 **1. Baskı**, Süleyman Demirel Üniversitesi Basımevi, Isparta, 2001.
- [18] Ketin, İ., “*Genel Jeoloji*”, İTÜ Vakfı Yayınları, Cenker Matbaacılık, Tic. Ltd. Şti., 232-240, İstanbul, 2006.
- [19] Grimshaw, R. W., “*The chemistry and Physics of clays*”, Pennsylvania State University, U.S.A, 1971.
- [20] Tanışan, H.H., ve Mete, Z., “*Seramik Teknolojisi ve Uygulaması* ”, **Cilt I**, Şubat, 1986.
- [21] Sazcı, H., “*Seramikte Kullanılan Killerin Tanımı*”, 4.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu ,18-19 Ekim 2001, İzmir.
- [22] Rhodes, D., “*Clays and Glazes for the Potter*” Chilton Book Company, Radnor Pennsylvania, 1973.
- [23] Mete, Z., ve Özçelik G., “*Seramikte Kullanılan Doğal Demir Renklendiricileri* ” *Seramik Sırları ve Boyaları Semineri Bildiriler Kitapçığı*, Türk Seramik Derneği Yayınları:**18**, 26-32, 1998.
- [24] Yılmaz, A. O. ve Alp, İ., “*Araklı (Trabzon) Bölgesi kil yataklarının Tuğla ve Kiremit Yapımında kullanılabilirliğinin araştırılması*”, II. Müh. Bilimleri Genç Araştırmacılar Kongresi, 509, İstanbul, 2005.
- [25] Şölenay, E., “*Kırmızı Killerle Oluşturulan, 1200 °C’de Gelişen Astar Sır Araştırmaları ve Uygulamaları*”, Sanatta Yeterlik Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir, 2002.
- [26] Orhun, O., “*İnşaat Tuğlası ve Kiremit imaline elverişli toprakların tanınması*”, 55-56, (MTA).

- [27] Özbek, K., Çakı, M. ve Ay, N., “*Pişmiş Toprak Bünyelerde CaO ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>’ün Etkileri*”, 1. Uluslar arası Pişmiş Toprak Sempozyumu, 86–87, Eskişehir, 2001.
- [28] Ayta, T., “*Sır bileşimlerine kil minerali katkısı ve yüzey görünümüne etkileri*”, Altıncı Ulusal Kil Sempozyumu, 550-554, 1993.
- [29] Çobanlı, Z., “*Seramik Astarları*”, Anadolu Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Yayın No : 15, 1-23, Eskişehir, 1996.
- [30] Çolak, M., Aksu, G., “*Menemen (İzmir) Seramik Hammaddeleri, Mineralojik ve Kimyasal Özellikleri*”, 10. Ulusal Kil Sempozyumu, 228-234, Eylül 2001, Konya.
- [31] Çetintaş, E., “*Sorkun Köyü çömlekçi killlerinin döküm çamurlarında kullanımının araştırılması*” Anadolu Üniversitesi, Sos. Bil. Ens., Seramik A.S.D., Yük. Lis. Tezi, 1999.
- [32] Genç, S., Başkırkan, H. ve Çetindaş, E., “*Sorkun Köyü Çömlekçi Çamuru ve Killerinin döküm Çamuru, sır ve boya üretiminde değerlendirilmesi*”, I. Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 110-117, Eskişehir, 2001.
- [33] Genç, P., “*Mustafakemalpaşa Çömlekçi Kilinin Döküm Çamurlarında Kullanılabilirliğinin Araştırılması*”, I. Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 175-179, Eskişehir, 2001.
- [34] Ünal, S., “*Serinhisar Çömlekçiliği*”, I. Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 180-187, Eskişehir, 2001.
- [35] Özüdoğru, Ş., “*Ahılı Çömlekçiliği*”, II. Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 192-200, Eskişehir, 2002.
- [36] Sevim, S. ve Karaman, Y., “*Çanakkale Seramikleri ve Eceabat Çömlekçiliği*” II. Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 216-223, Eskişehir, 2002.
- [37] Gönenç, S., Genç, M. K. ve Tümen, A. P., “*Isparta Yöresi Çömlekçiliği*” II. Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 248-252, Eskişehir, 2002.

- [38] Yastı, Ş.Y., “*Konya-Çukurçimen ve Doğanhisar Çömlekçi Killerinin Karakterizasyonu ve Renklendirici Malzeme Olarak Değerlendirilmesi*” , Anadolu Üniversitesi Fen Bil. Ens. Seramik Müh. Yük. Lis. Tezi, 3-18, Eskişehir, 2004.
- [39] Çakı, M. ve Yastı, Ş.Y., “*Konya-Çukurçimen Çömlekçiliği*”, III. Uluslararası Katılımlı Seramik, Cam, Emaye, Sır ve Boya Semineri, 287-294, Eskişehir, 2005.
- [40] Yılmaz, İ.N., “*Afyon Bolvadin Çömlekçiliği ve Çömlekçi Killerinin Karakterizasyonu*”, Anadolu Üniversitesi, Seramik A.S.D., Sosyal Bil. Ens., 2001.
- [41] Çakı, M., Karasu, B., Karaveli, K. ve Çapar, U., “*Ayaş Çömlekçiliği ve Farklı Kullanımlar İçin Ayaş Kırmızı Kilinin Özelliklerinin Belirlenmesi*”, IV. Uluslararası Katılımlı Seramik, Cam, Emaye, Sır ve Boya Semineri (SERES 2007) Bildiriler Kitabı, 486-494, 2007.
- [42] Çakı, M., Karasu, B. ve Karaveli, Mühürçü, E., “*Artvin-Borçka Bölgesi Kırmızı Kilinin Özellikleri, Seramik Çamur ve Astar Üretiminde Kullanımı*”, IV. Uluslararası Katılımlı Seramik, Cam, Emaye, Sır ve Boya Semineri (SERES 2007) Bildiriler Kitabı, 486-494, 2007.
- [43] Genç, S., “*Kırklareli’de çömlekçilik ve son Trakyalı çömlekçiler*”, Seramik Federasyonu Dergisi, No. 07, 2005.
- [44] Ercan, H. F., “*Geleneksel Anadolu çömlekçiliğinin (Elazığ, Malatya, Erzincan yöresi) araştırılması, iç ve dış mekan seramik düzenlemelerinde kullanımı*”, İnönü Üniversitesi Araştırma Fonu, 9-13, 2001.
- [45] Ertuğ, F., “*Pottery production at Uslu in the Elazığ region*” Ethnoarchaeological Investigations in Rural Anatolia, Volume 1, Ege Yayınları, İstanbul, 77-96, 2004.
- [46] Ercan, H. F., “*Elazığ Yöresi Çömlekçiliğinin Tarihsel Süreci ve Son Ustaları*” III. Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 64-70, Eskişehir, Haziran, 2003.
- [47] Dağ, P., “*Sağlık Gereçlerinde Kompozisyon Değişimlerinin Sinterleme Üzerine Etkileri*”, Anadolu Üniversitesi Fen Bil. Ens. Seramik Müh. Yük. Lis. Tezi, 85-88, Eskişehir, 2009.

- [48] Yüksel, G., “ *Seramik* ”, Gençlik Kitabevi A.Ş, 32, İstanbul, 1987.
- [49] Hopper, R., “*The Ceramic Spectrum a Simplified Approach to Glaze & Color Development*”, Chilton Book Company, Radnor, Pennsylvania, 48-49, 1984.
- [50] Kırcalıoğlu, N., “ *The Legend of Uslu* ”, Kısa Film, 1988.