

**T. C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ
SERAMİK ANASANAT DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KRAKLE VE TOPLANMALI SIRLAR ÜZERİNE BİR
ARAŞTIRMA**

**HAZIRLAYAN
Zeynep TAŞKIN**

**DANIŞMAN
Prof. Lale ANDIÇ**

İzmir-2009

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Kraikle ve Toplanmalı Sırlar Üzerine Bir Araştırma” adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin bibliyografyada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

20/07/2009

Zeynep TAŞKIN

TUTANAK

Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü'nün/...../..... tarih ve sayılı toplantısında oluşturulan jüri, Lisanüstü Öğretim Yönetmeliği'nin.....maddesine göre Seramik Anasanat Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Zeynep Taşkın'ın "Kraikle ve Toplanmalı Sırlar Üzerine Bir Araştırma" konulu tezi incelenmiş ve aday...../...../..... tarihinde, saat’ da jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini savunmasından sonra dakikalık süre içinde gerek tez konusu, gerekse tezin dayanağı olan anabilim dallarından jüri üyelerine sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezinolduğuna oy.....ile karar verildi.

BAŞKAN

ÜYE

ÜYE

YÜKSEKÖĞRETİM KURULU DOKÜMANTASYON MERKEZİ**TEZ/PROJE VERİ FORMU**

Tez/Proje No:

Konu Kodu:

Üniv. Kodu:

• Not: Bu bölüm merkezimiz tarafından doldurulacaktır.

Tez/Proje Yazarının**Soyadı:** TAŞKIN**Adı:** Zeynep**Tezin/Projenin Türkçe Adı:** Krakle ve Toplanmalı Sırlar Üzerine Bir Araştırma**Tezin/Projenin Yabancı Dildeki Adı:****Tezin/Projenin Yapıldığı****Üniversitesi:** D.E.Ü.**Enstitü:** G.S.E.**Yıl:** 2009**Diğer Kuruluşlar :****Tezin/Projenin Türü:****Yüksek Lisans:**

Dili: Türkçe

Doktora:

Sayfa Sayısı: 96

Tıpta Uzmanlık:

Referans Sayısı: 31

Sanatta Yeterlilik: **Tez/Proje Danışmanlarının****Ünvanı:** Prof.**Adı:** Lale**Soyadı:** Andiç**Türkçe Anahtar Kelimeler:**

- 1- Krakle Sırlar
- 2- Toplanmalı Sırlar
- 3- Yüzey Gerilimi
- 4- Genleşme
- 5- Viskozite

İngilizce Anahtar Kelimeler:

- 1- Crackle Glazes
- 2- Crawling Glazes
- 3- Surface Tension
- 4- Moisture Expansion
- 5- Viscosity

Tarih:

İmza:

Tezimin Erişim Sayfasında Yayınlanmasını İstiyorum

Evet Hayır

ÖZET

Artistik sır olarak tanımlanan krakle ve toplanmalı sırlar, diğer artistik sır çeşitleri gibi, sanatsal alandaki çalışmaların artması ile önem kazanmıştır. Uygulandıkları seramik ürünlere sanatsal anlamda değer katmaktadırlar. Artistik sırların en önemli özelliği, doku ve renk özellikleridir. Rastlantısal sonuçlarla da ortaya çıkabilen bu doku ve renk özellikleri, sırların kendi özelliği gibi kullanılabilir. Endüstriyel ürünlerde hemen hemen hiç kullanılmazlar.

Çoğunlukla sır hatası olarak kabul edilen krakle ve toplanmalı sırların, seramik ürünlerde artistik amaçlarla kullanılarak ürünün değerini artırması, yapılmış olan tez çalışmasının amacına hizmet etmektedir. Krakle ve toplanmalı sırların yapımında, detaylı bir kaynak araştırması ve bu bilgiler doğrultusunda, laboratuvar ortamında çeşitlerine göre özel sır denemelerini kapsayan çalışmalar yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalar sonucunda, krakle ve toplanmalı sırların tanımı, sınıflandırılması ve oluşum nedenlerinin belirlenmesi sağlanmıştır.

ABSTRACT

Just as the other artistic glaze varieties, crackle glaze and crawling glaze which are known as artistic glaze gained importance as the studies in the field of art increased. They add value to the ceramic wares on which they are applied. The most important characteristics of artistic glazes are texture and color. These characteristics of texture and color, which may occur randomly, may be used as own characteristic of glaze. They are hardly used on industrial wares.

Crackle glazes and crawling glazes which are generally considered glaze errors being used for artistic purposes in ceramic products and, as a result, increasing their value serves the purpose of the thesis study conducted. A detailed resource research was materialized in the production of crackle and crawling glazes and in accordance with this information, studies that covered special glaze trials were carried out in the laboratory environment according to their types. As a result of these studies, the determination of description, categorization and reasons of occurrence is ensured.

ÖNSÖZ

Krakle ve toplanmalı sırlar, artistik amaçlarla kullanılması ve sanatsal ürünlere değer kazandırması nedeniyle önemli bir yere sahiptir. Rastlantısal şekilde ortaya çıkabilmesinin yanında, seramik ürünlerde artistik amaçlarla kullanılması sebebiyle, yapmış olduğum yüksek lisans tezi çalışmasında, krakle ve toplanmalı sırların genel özellikleri ve bu sırların kendi içindeki özel oluşum yöntemlerinin belirlenmesine çalışılmış, bu yöntemler doğrultusunda sır uygulamaları yapılmıştır.

Araştırma ve çalışmalarım sırasında ilgi ve desteklerini esirgemeyen bölüm başkanımız Prof. Sevim Çizer'e, yönlendirme ve eleştirileriyle destek veren değerli danışman hocam Prof. Lale Andiç'e, laboratuvar çalışmalarımda verdiği destekten dolayı Öğr. Gör. Nevcihan Özalp'e, çalışmalarım sırasında büyük destek ve yardımlarından dolayı değerli arkadaşlarım Maya Başyıldız, Mert Yamaç, Can Balaban ve Seçil Gül Ocak'a, manevi desteklerini esirgemeyen tüm dostlarıma, maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan çok değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tarih

...../...../.....

Zeynep TAŞKIN

İÇİNDEKİLER

KRAKLE VE TOPLANMALI SIRLAR ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

YEMİN METNİ.....	ii
TUTANAK.....	iii
YÖK DÖKÜMANTASYON MERKEZİ TEZ VERİ FORMU.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
RESİM LİSTESİ.....	x
EKLER LİSTESİ.....	xi
GİRİŞ.....	1

1.BÖLÜM SERAMİK SIRLARI

1.1. Seramik Sırının Tanımı ve Tarihçesi.....	2
1.2. Sırların Sınıflandırılması.....	5
1.3. Sır Yapımında Kullanılan Oksitler ve Özellikleri.....	7
1.3.1. Sodyum ve Potasyum Oksit (Na_2O ve K_2O).....	7
1.3.2. Kurşun Oksit (PbO).....	8
1.3.3. Alüminyum Oksit (Al_2O_3).....	8
1.3.4. Silisyum Dioksit (SiO_2).....	9
1.3.5. Bor Oksit (B_2O_3).....	9
1.3.6. Lityum Oksit (Li_2O).....	10
1.3.7. Çinko Oksit (ZnO).....	11
1.3.8. Kalsiyum Oksit (CaO).....	11
1.3.9. Magnezyum Oksit (MgO).....	11
1.3.10. Baryum Oksit (BaO).....	12
1.3.11. Stronsiyum Oksit (SrO).....	12
1.3.12. Renk Veren Oksitler.....	13

2.BÖLÜM

KRAKLE VE TOPLANMALI SIRLAR

2.1. Krakle ve Toplanmalı Sırların Tanımı ve Tarihçesi.....	22
2.2. Krakle ve Toplanmalı Sırların Oluşumunun Nedenleri.....	28
2.2.1. Krakle Sırlar.....	28
2.2.2. Toplanmalı Sırlar.....	31
2.3. Krakle ve Toplanmalı Sırlarda Genleşme, Yüzey Gerilimi ve Viskozite.....	34
2.3.1. Genleşme.....	34
2.3.2. Yüzey Gerilimi.....	35
2.3.3. Viskozite.....	36

3. BÖLÜM

KRAKLE VE TOPLANMALI SIR DENEMELERİ

3.1. Genel Bilgi ve Uygulamalar.....	37
3.1.1. İnce Krakle Sır Uygulamaları.....	38
3.1.2. Mat Krakle Sır Uygulamaları.....	44
3.1.3. Deri Kraklesi Sır Uygulamaları.....	55
3.1.4. Toplanmalı Sır Uygulamaları.....	71
SONUÇ.....	79
EKLER.....	81
KAYNAKÇA.....	93
ÖZGEÇMİŞ.....	96

RESİM LİSTESİ

Resim 1. Mısır Pastası.....	3
Resim 2. 12.yy. Ju işi ayaklı kase.....	23
Resim 3. XII. yy. Guan işi, sekiz loblu form.....	24
Resim 4. Mor bordür ve demir ayaklı Guan kasesi.....	24
Resim 5. 13.-14. yy. Guan işi açık ve koyu ve açık krakleli tabak, ünlü demir tel ve altın ip efekti	25
Resim 6. Guan kasesi.....	26
Resim 7. Ge işi kase.....	27
Resim 8. Ünal Cimit'e ait pano çalışması.....	28
Resim 9. Ünal Cimit'e ait duvar tabağı çalışması.....	28
Resim 10. Sık çatlaklı krakle sır örneği.....	29
Resim 11. Geniş çatlaklı krakle sır örneği.....	29
Resim 12. Parlak Krakle Sır Örneği.....	31
Resim 13. Mat Krakle Sır Örneği.....	31
Resim 14. Sırsız alanlar bırakarak toplanan sır örneği.....	32
Resim 15. Damlacıklar şeklinde toplanan sır örneği.....	32

EKLER LİSTESİ

EK 1. Sır Yapımında Kullanılan Oksitlerin Yüzey Gerilim Faktörleri.....	82
EK 2. Sır Yapımında Kullanılan Oksitlerin Genleşme Katsayıları	83
EK 3. Oksitlerin Mol Ağırlıkları	84
EK 4. Denemelerin Yüzey Gerilim ve Genleşme Hesaplamaları.....	86
EK 5. Periyodik Tablo	90
EK 6 Resim Kaynakçası.....	91

GİRİŞ

Seramik ürünlerin birçok farklı alanda kullanılmasına seramik sırlarının bulunmasıyla başlanmıştır. Sırlar ilk kez Mısırlılar tarafından bulunmuştur. Artistik sırlardan olan krakle sırlar ise Çin'de Sung Hanedanlığı döneminde görülmüştür. Endüstriyel seramik ürünlerde kullanılan sırların hatasız ve yüzeye uyum sağlamış olması gerekmektedir. Ancak artistik amaçlarla uygulanan sırlarda hatalar bilinçli bir şekilde oluşturulur. Artistik sırlardan olan krakle ve toplanmalı sırlar, çok farklı renk ve doku özellikleriyle sanatsal ürünlere çok çeşitli anlatımlar sağlamaktadır.

Yerli ve yabancı çoğu kaynakta krakle ve toplanmalı sırlardan, sır hatası olarak bahsedilmektedir. Ancak artistik amaçlarla kullanıldığında seramik ürünlere kazandırdığı zengin görünüş özellikleriyle, krakle ve toplanmalı sırların artistik seramik sırları arasında önemli bir yeri vardır.

Yapılan bu tez çalışması ile krakle ve toplanmalı sırların tanımlanması, oluşumuna etki eden nedenlerin belirlenmesi ve bu bilgiler ışığında yapılan uygulamalarla yeni sonuçların elde edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmalar D.E.Ü., G.S.F. Seramik Bölümü laboratuvarının imkanları, var olan olanaklar ve belirli bir süre sınırlaması içinde sürdürülmüştür. Yapılan sır uygulamalarında kullanılan hammaddelerin birçoğu seramik bölümünden sağlanırken, bazıları kişisel imkanlarla temin edilmiştir. Deneylerin pişirim sıcaklığı fırınların olanakları dahilinde 1000°C ve 1030°C ile yapılmıştır. Sır denemelerinin pişiriminde laboratuvarında bulunan küçük boyutlu bir deney fırını kullanılmıştır. Küçük olması nedeniyle az sayıda pişirim yapılabilmesi, sonuçların sık aralıklarla gözlemlenmesini ve yeni denemelerin bu sonuçlar ışığında uygulanmasına imkan sağlamıştır.

Tezin birinci bölümünde, seramik sırlarının tanımı, tarihçesi ve seramik sırlarında kullanılan oksitlere yer verilmiştir. İkinci bölümde krakle ve toplanmalı sırlar hakkında genel bilgiler ve tarihçesi, bu sırların oluşum nedenleri, yüzey gerilimi, genleşme ve viskozitenin krakle ve toplanmalı sırlarla olan ilgisi ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. Üçüncü bölümde ise bu bilgiler doğrultusunda yapılan krakle ve toplanmalı sır denemelerine ve deneylerle ilgili sonuçlar ve yorumlara yer verilmiştir.

1. BÖLÜM

SERAMİK SIRLARI

1.1. Seramik Sırının Tanımı ve Tarihçesi

Seramik sirları pek çok kaynakta farklı şekillerde tanımlanmıştır. Ateş Arcasoy 'Seramik Teknolojisi' adlı kitabında sırası şu şekilde tanımlamıştır: "*Seramikte 'sır' olarak adlandırılan madde, seramik çamurunu ince bir tabaka şeklinde kaplayarak onun üzerinde eriyen cam veya camsı bir oluşumdur.*"¹ Bir anlamda seramiğin giysisidir. Sır yapımında kullanılan, anorganik esaslı ve metal özelliği göstermeyen hammaddelerin bir araya getirilmesi ve çeşitli sıcaklıklarda pişirilerek, seramik bünyeye kaynaştırılmasıyla elde edilir.

Sırların kullanım amacı, seramik yüzeyleri dış etkilere dayanıklı hale getirmektir. Endüstriyel ve artistik olarak iki farklı amaçla seramik ürünlere uygulanır. Eğer, endüstriyel amaçla kullanılıyorsa sırların hijyenik ve hatasız olmaları, uzun süreler boyunca özelliklerini yitirmemeleri gerekmektedir. Artistik amaçla kullanıldıklarında, sanatsal ürünlerin değerini arttırmak ve formla yüzey arasındaki ilişkiyi kurmak açısından tercih edilir. Endüstriyel sırlarda oluşan bazı sır hataları, artistik anlamda ürüne değer katabilir. Artistik sırlar her zaman tesadüfler sonucu ortaya çıkmazlar. Bu sırları elde etmek için detaylı bir araştırma ve çeşitlerine göre özel üretim yöntemleri uygulamak gerekmektedir.

Seramik sirları, kapladığı seramik ürünlere birçok fayda sağlamaktadır. Ürünü sıvılardan ve gazlardan korur, asitlere ve bazlara karşı dayanıklılık sağlar, çarpma ve darbelerde bünyeye dayanıklılık kazandırır. Ürüne parlak ve düzgün bir yüzey sağlar, ayrıca renk ve doku özellikleri kazandırarak, ürünün estetik değerini artırır. Elektriksel yalıtkanlık oluşturur. Kirlenmeyi önleyerek hijyen sağlar.

Seramik sanatı, en eski sanat dallarından biridir. Seramik sirlarının bulunması ve geliştirilmesiyle seramik eşyalar birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. İlk gerçek sırlı yüzey Mısır'da ortalama M.Ö. 5000 civarında ortaya çıkmıştır. Bu sırlı yüzeylerin elde edilmesinde, bünyeye ek bir sırlama işlemi yapmak

¹ Ateş Arcasoy, **Seramik Teknolojisi**, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anasanat Dalı Yayınları No:2, İstanbul, 1983, 162 s.

gerekmez, fırınlama işlemi sırasında bünye kendi kendini sırlamaktadır. Mısır pastası olarak adlandırılan bu bünye, Elenaor Chroman'ın tanımlamasıyla; “*Özellikle takı ve minyatür objeler yapmak için uygun olan, kendinden sırlı ve düşük ısıda pişen bir bünyedir.*”²

Daniel Rhodes ise bu tanıma daha bilimsel yaklaşarak mısır pastasını şöyle tanımlar; “*Mısır pastası, kuruma sırasında yüzeyde tortu olarak kalan ve pişirilince sır oluşturan, çözünebilir sodyum tuzlarının kil ile karıştırılmasıyla elde edilir.*”³ Kil kadar plastik değildir, basit ve küçük formlar için uygundur. Mücevher, aksesuarlar ve hayvanların, insanların, tanrıların minyatür figürleri mısır pastasının en çok kullanılan formlarıdır. (Bkz. Resim 1)



Resim 1. Mısır pastası.

En bilinen renkleri, renklendirici olarak en yaygın kullanılan bakır bileşiklerinin verdiği maviden yeşile doğru olan tonlarıdır. Mangan, demir ve kobalt oksitlerle de renklendirilmişlerdir. Mısırlılar mısır pastasında kullanılan malzemelerin aynılarını kullanarak bünyenin üzerine uygulanan sırlar da yapmışlardır. Bu sırların alkali oranı yüksek olduğu için, pişirim sonrasında oluşabilen çözünebilirlik gibi problemler ve kırılma oluşlarından dolayı uygulama sırasında da zorluklar ortaya çıkmıştır. Kurşunun sır maddesi olarak kullanımına başlanmasıyla, bu zorlukların üstesinden gelinmiştir.

² Eleanor Chroman, **The Potter's Primer**, Hawthorn Boks, Inc. Publishers, New York, 1974, 203 s.

³ Daniel Rhodes, **Clay and Glazes for the Potter**, Chilton Book Company, Radnor, Pennsylvania, 1973, 81 s.

M.Ö. 2500-2000 civarında Babil ve Suriye’de ortaya çıkan, *galena* olarak bilinen kurşun sülfid, öğütülerek kilin üzerine uygulanmış, kolayca erimiş, parlak ve düzgün bir yüzey oluşturmuştur. Asurlular, kurşunlu sırlara metalik oksitler ekleyerek renkli sırlar yapmayı öğrenmişlerdir ve bunlarla büyük yapıların yüzeyini kaplayan tuğla ve fayansları sırlamışlardır.⁴ “Ülkeler arasında ticaretin gelişimiyle Romalı çömlekçiler, Mısırlılardan sırlama tekniğini öğrenmişlerdir. Sodali ve potaslı sırlar yerine kurşunlu sırları kullanarak seramiklerini dekorlamışlardır.”⁵ Ortaçağ İngiltere’sinde de bir dönem basit kurşunlu sırlar kullanılmıştır.

Kurşunlu sırlar Çin’de de Han Hanedanlığı Dönemi’nde (M.S. 25-220) yoğun bir şekilde kullanılmıştır. Çinliler çok daha önceki dönemlerde, M.Ö. 1500’lerde yüksek derecelerde birlikte, yeni bir sır bulmuşlardır. Odun ateşli fırınlarda pişirilen bu sırlar, alevin karıştırılmasıyla küllerin uçuşup seramik bünyeye yapışması sonucu ortaya çıkmıştır. Odun külü, yüksek derecelerde çamur ile eriyen ve başka hiçbir malzemeye ihtiyaç duymadan sırlı yüzey oluşturan bir maddedir. Hammaddelerin daha fazla anlaşılmasıyla ve kayaların toz haline getirilmesinin öğrenilmesiyle Çinliler, yüksek dereceli sır çeşitlerini üretmişlerdir. Tang Hanedanlığı (M.S. 618-906) sırasında, Han Hanedanlığı’nda kullanılan stoneware çamurlarından geliştirerek ilk porseleni keşfetmişler ve buna uygun sırlar üretmişlerdir. Daha sonra Çin porselenleri ihraç edilmeye başlanmış ve gittiği yerlerde seramikte büyük değişimleri de beraberinde getirmiştir. İslam Dünyası bu değişimi ilk yaşayanlardandır. Çin porselenlerinin burada çok gözde olması, seramikçilerin geçim kaynaklarını tehlikeye sokmuştur ve ellerindeki malzemelerle Çin işlerinin taklitlerini yapmaya çalışmışlardır. Kurşunlu ve alkalili sırlara, kalay dioksit ilave ederek beyaz ve örtücü sırlar yapmışlardır, aynı zamanda da sırların altına beyaz astar kullanmışlardır. Daha sonraki tarihlerde, Hollanda’da Delft, İngiltere’de Bristol ve Lowestoft gibi liman şehirlerinde ve Avrupa’nın çömlek üretim merkezlerinde kopyalama çalışmaları sonucunda, birçok teknik gelişme sağlanmıştır. XVIII. yüzyılda ise Almanlar tarafından Avrupa’nın ilk porseleni üretilmiştir.⁶

İslam ülkelerinde, düşük ısıda pişirilen ve özellikle dekorlamada kullanılan geniş renk paletine sahip sırlama yöntemleri keşfedilmiştir. Bunlardan ilki lüsterdir.

⁴ Robin Hopper, **The Ceramic Spectrum**, Krause Publications, U.S.A., 1984, 10-12 s.

⁵ Soner Genç, **Kristal Sırların Araştırılması ve Sır İçinde Kristal Nüvelerin Geliştirilmesi**, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları No:1109, Güzel Sanatlar Fakültesi Yayınları No:24, Eskişehir, 1999, 5 s.

⁶ Hopper, a.g.e., 12-18 s.

Seramik parçaların yüzeyini daha çekici hale getirmek amacıyla uygulanan ve bir bezeme malzemesi sayılan lüster, seramik ürünlerin sırlı yüzeyleri üzerinde, çeşitli uygulama yöntemleri ile oluşturulmuş metalik bir film tabakasıdır. İkincisi ise sırüstü dediğimiz, düşük ısıda olgunlaşan boyalardır. Bu teknikler İslam ülkelerinden, Çin'e kadar ulaşmış ve çok fazla sayıda üretim yapılmıştır. Yeni Çin işleri, 17. ve 18. yüzyıllarda Ortadoğu, Avrupa ve Japonya'ya ihraç edilmiştir. Oryantalizan hava taşıyan bu işlerin büyük oranda üretilmesi ve ihraç edilmesi 18. ve 19. yüzyıllarda endüstriyel ürünlerin gelişmesine olanak vermiştir. Diğer kültürlerle hiçbir ilişkisi olmayan bir gelişme ise, 15. ve 16. yüzyıllarda Almanya'da ortaya çıkan tuz sırlarıdır. Açık alevli fırınlarda 1200-1300⁰C arasında fırın içine tuz serpilerek elde edilir. Pişirim esnasında fırın içine atılan tuzun, kloru buharlaşır, sodyumu ise çamurdaki silis ve alüminyum oksit ile birleşerek, sodyum-alüminyum silikatu (camı) oluşturur. Çamurun içinde bulunan kilin rengine göre, sır renk alır. İngiltere ve Fransa'nın küçük bölgeleri dışında kullanımı, Alman seramikçilerin 19. yüzyılın başlarında Kuzey Amerika'nın doğusuna göç etmesine kadar yerel bölgelerle sınırlı kalmıştır.

19. yüzyılın sonlarında, Alman Kimyager Hermann Seger, bir sır hesaplama metodu olan *Seger Formülü'nü* geliştirmiştir. Seramik sırları hesaplamaları için geliştirilen çeşitli formüllere göre daha kolay olan bu yöntem genellikle endüstride kullanılmıştır. Seger aynı zamanda, sıcaklığı kontrol ederek pişirim işleminin daha doğru olmasını sağlayan seger piramidini geliştirmiştir.⁷

1.2. Sırların Sınıflandırılması

Seramik sırları birçok nedenle değişik şekillerde sınıflandırılır. Bunlar genel olarak, bileşimlerine, yüzey özelliklerine, üretim türlerine ve pişirim derecelerine göre yapılan sınıflandırmalardır.

Bileşimlerine göre sırlar şu şekilde sınıflandırılır:

"A – Kurşunlu sırlar:

1. Borlu sırlar
2. Borsuz sırlar

⁷ Hopper, a.g.e., 19-20 s.

3. *Basit kurşunlu sırlar*
4. *Karışık kurşunlu sırlar*

B – Kurşunsuz sırlar:

1. *Borlu sırlar*
2. *Borsuz sırlar*
3. *Bol alkalili sırlar*
4. *Düşük alkalili sırlar*⁸

Sırlar yüzey özelliklerine, yani görünüşlerine göre de sınıflandırılmaktadır. Sırı oluşturan hammaddeler ve pişirim tekniklerinin farklılığı bu sınıflandırmayı belirlemektedir. Aventürin sırlar, krakle sırlar, kristal sırlar, kül sırları, lüsterli sırlar, mat sırlar, raku sırları ve toplanmalı sırlar gibi sırlar farklı yüzey özellikleri göstermektedir.

Farklı bir sınıflandırma şekli de üretim türlerine göre yapılandır. Bunlar:

- a. Fritli sırlar (Sırçalı sırlar)
- b. Ham sırlar

H.H. Tanışan ve Z. Mete, 'Seramik Teknolojisi ve Uygulaması' adlı kitaplarında friti şöyle tanımlar; "*Frit, sırda kullanılan ve önceden eritilip hazırlanarak sır ilave edilen camdır.*"⁹ Fritleme işleminden geçirilen sırlara fritli sırlar denmektedir. Suda çözünen hammaddeleri suda çözünmez silikatlara dönüştürmek, renk veren oksitlerin sır içinde daha kolay yayılımını sağlamak, zehirli maddeleri zehirsiz hale getirmek ve pişme sıcaklığının düşürülmesini sağlamak, fritleme işlemini yapmanın en önemli sebepleridir. Fritleme işlemi yapılmadan, direkt olarak hammaddelerin kullanıldığı sırlara da ham sırlar denmektedir.

⁸ Ateş Arcasoy, **Seramik Teknolojisi**, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anasanat Dalı Yayınları No:2, İstanbul, 1983, 176 s.

⁹ H. Hüseyin Tanışan, Zeliha Mete, **Seramik Teknolojisi ve Uygulaması**, Birlik Matbaası, Söğüt, 1988, 186 s.

Sırlar, düşük sıcaklıkta olgunlaşan, orta sıcaklıkta olgunlaşan ve yüksek sıcaklıkta olgunlaşan sırlar olmak üzere, pişirim derecelerine göre de sınıflandırılmaktadır.

Düşük sıcaklıkta olgunlaşan sırlar, kurşunlu ve alkalili sırlar olarak ikiye ayrılırlar. Alkalili ve kurşunlu sırlar için gerekli olan pişme derecesi 750-1060°C arasındadır. Orta sıcaklıkta olgunlaşan sırlar 1060-1200°C' ye kadar olan aralıkta erimektedir. Bu sırların harmanında yüksek dereceli eriticiler bulunabildiği gibi düşük dereceli eriticiler de yer almaktadır. Yüksek sıcaklıkta olgunlaşan sırlar, 1200-1300°C arasında erimektedir. Stoneware ve porselen gibi yüksek ısıya dayanıklı bünyelere uygulanır. Bazı sert porselenler 1400-1450°C' ye kadar çıkabilmektedir. Bu sırlar oldukça sert çiziklere ve asitlere karşı dayanıklıdır.¹⁰

Bu sınıflandırmalardan ayrı olarak sırlar, optik özelliklerine göre (transparan, opak, kristal) ve pişirildikleri atmosfere göre de (yükseltgen, indirgen) sınıflandırılmaktadırlar.

1.3. Sır Yapımında Kullanılan Oksitler ve Özellikleri

1.3.1. Sodyum ve Potasyum Oksit (Na₂O ve K₂O)

Sodyum ve potasyum oksit, sırlarda eritici olarak kullanılan alkali oksitlerdir. Bazik oksitler grubunda yer almaktadırlar. Her iki oksitte sırda gösterdiği etkiler bakımından birbirlerine olan benzerlikleriyle birlikte, aynı avantaj ve dezavantajlara sahiptirler. Zehirsiz ve ucuzdurlar. Kurşun oksidin aksine sırlara renk vermezler.

Renk veren oksitler için iyi birer çözücüdürler, buldukları sırlarda renge güç ve parlaklık verirler. Bu oksitlerden birinin içinde fazla ya da az olması rengin tonunu değiştirmektedir.

Sodyum ve potasyum oksidin yüksek bir genişleme ve küçülme aralığı vardır. Özellikle sodyum oksit olmak üzere, bu oksitlerden yüksek miktarda içeren sırlarda

¹⁰ Joaquim Chavarria, **The Big Book of Ceramics**, Watson-Guptill Publications, 1994, 78-79 s.

yoğun çatlaklar görülmektedir.¹¹ Sodyum oksidin genleşme katsayısı çok yüksek olduğundan, potasyum okside göre çatlama daha fazla meyillidir.

1.3.2. Kurşun Oksit (PbO)

Kurşun oksit, bazik oksitlerden biri olup, sırlarda çok kullanılan kuvvetli bir eriticidir. Erime noktası 880°C'dir. Çoğu sırda, kurşun ana eritici madde olarak kullanılır, düşük ve orta derecedeki sırlar için en güvenilir eriticidir. Renk veren oksitler üzerinde de düzgün, parlak, kusursuz bir sır oluşturma gibi olumlu etkileri ve avantajları vardır. Ayrıca sırnın esnekliğini artırır ve yumuşamasını sağlar.

Kurşun bileşikleri, mürdesenk olarak bilinen kurşun monoksit (PbO), kurşun dioksit (PbO₂), kurşun trioksit (Pb₂O₃) ve sülyen olarak bilinen kurşun tetraoksit (Pb₃O₄) 'tir. Bir de, başlıca kurşun bileşikleri olarak, kurşun karbonat (PbCO₃), üstübeç olarak bilinen beyaz kurşun [2PbCO₃.Pb(OH)₂], ve galena olarak bilinen kurşun sülfür (PbS) bulunmaktadır. Kurşunlu seramik sırlarının hazırlanmasında en çok sülyen, mürdesenk ve üstübeçten yararlanır.

Bütün ham kurşun bileşikleri yüksek oranda zehirlidir. Kurşun zehirlenmesini engellemek için uygun önlemler alınmalıdır. Zehirlenme ağız yolu, solunuma ya da derideki açık yaralardan kurşunun vücuda alınması ile olmaktadır. Birçok ülkede ham kurşun bileşiklerinin kullanımını yasaklayan kanunlar çıkarılmıştır. Kurşun, silisyum dioksitle bağlanarak zehirsiz hale getirilir. Sağlık açısından kurşunlu sırlar mümkün olduğunca, frit olarak kullanılmalıdır.¹²

1.3.3. Alüminyum Oksit (Al₂O₃)

Alüminyum oksit doğada saf halde bulunmaz, diğer minerallerle kimyasal olarak bileşik haldedir. Refrakter bir maddedir ve sırnın olgunlaşma derecesini yükseltir. Genellikle sırlara kaolen ve feldspat gibi minerallerin bileşiklerinden girmektedir. Erime noktası tek başına 2050°C'dir. Geniş bir erime intervali vardır.

¹¹ Frank ve Janet Hamer, **The Potter's Dictionary of Materials and Techniques**, A & C Black Publishers, London, 1997, 5 s.

¹² Daniel Rhodes, **Clay and Glazes for the Potter**, Chilton Book Company, Radnor, Pennsylvania, 1973, 90 s.

Alüminyum oksit, kile plastikliğini verir. Ayrıca renk oluşumu üzerinde etkisi vardır. Sırın kimyasal dayanımını artırır, matlık ve opaklık katar.

Alüminyum oksidin, sırın viskozitesini yükselterek kristal oluşumunu engellemek gibi olumsuz özellikleri vardır. Bu yüzden kristal sırlarda çok az kullanılmaktadır.¹³

1.3.4. Silisyum Dioksit (SiO_2)

Silisyum dioksit camın temel oksididir. Dünya yüzeyinin % 60'ı silikattan oluşmaktadır. Bu silisyumun sertliğinin, dayanıklılığının ve kimyasal değişimlere karşı direncinin nedenini açıklar. Bunlar sırda istenen özelliklerdir. Sırlara kuvars, kaolin, feldspat, baryum silikat, volastonit, lityum silikat, spodümen, petalit, talk ve zirkon silikattan alınır. Bazik oksitlerle uygun oranlarda birleştiğinde cam oluşturma işlevi görür, bu nedenle en önemli oksittir.

Tek başına 1700°C gibi çok yüksek derecelerde erir. Sırda silisyum oranının artması ile sertliği ve dayanıklılığı artarken, olgunlaşma derecesi de yükselir.¹⁴

Çamur ve sırlarda kullanılan ortak bir hammaddedir. Asitlerle çözünmez. Genel olarak bütün fritlerin içinde yer alır. Çeşitli hammaddeler silisyum dioksit ile çözünmez silikatlara dönüştürülürler. Sıra fazla konulması kristal ayrışmasına yol açacağından matlaştırıcı etki gösterir. Sırın renginde etki yaratmaz.

1.3.5. Bor Oksit (B_2O_3)

Bor oksit sır yapımında kullanılan çok önemli bir oksittir. Erime noktası düşük olan güçlü bir eritcidir. Sırlarda ana eritici veya yardımcı eritici olarak görev yapar, erime intervali çok geniştir, en düşük derecelerden en yüksek derecelere kadar kullanılabilir. Nötr oksitlerden biridir, asidik ya da bazik tepkimeye girebilir.

¹³ Soner Genç, **Kristal Sırların Araştırılması ve Sır İçinde Kristal Nüvelerin Geliştirilmesi**, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları No:1109, Güzel Sanatlar Fakültesi Yayınları No:24, Eskişehir, 1999, 15 s.

¹⁴ Glenn C. Nelson, **Ceramics A Potter's Handbook**, CBS Collage Publishing, Canada, 1984, 254 s.

Silisyum dioksit ile birlikte elastikiyeti artırır, gerilimi azaltır ve sınırlı miktarda genleşme katsayısını düşürür. Kurşuna benzer olarak parlaklığı ve refrakterliği artırır.¹⁵ Bor oksit yüksek oranlarda kullanıldığında sırlar beyaz ve opak hale gelebilir. Çinko oksit ve kalsiyum oksit'in kullanılması bu durumu arttırmaktadır. Opaklaşmaya engel olunmak istenirse alüminyum oksit oranı yükseltilir. Bu şekilde sır, transparan hale getirilir.

Sırlara, kalsiyum borat ($\text{CaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), kristal boraks ($\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), kalsine boraks ($\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3$), borik asit ($\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), çinko borat ($\text{ZnO} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3$), pandemit ($2\text{CaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), kolemanit ($2\text{CaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) ve üleksit ($\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{CaO} \cdot 5\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) gibi hammaddelerden sokulmaktadır. Bor oksidin tek doğal kaynağı çözünebilir olmayan kolemanittir, bu yüzden kolemanit dışında, sırlara frit şeklinde girmesi daha kullanışlıdır.

1.3.6. Lityum Oksit (Li_2O)

Lityum oksit alkali metaller grubundandır. 1700°C gibi yüksek bir erime derecesine sahip olduğu halde, sırlarda güçlü bir eritici olarak etki gösterir.

Sodyum ve potasyum oksitle aynı tepkileri gösterir fakat genleşme katsayısı daha düşüktür. Sırlara parlaklık verir, hava koşullarına ve asitlere karşı direncini arttırarak sırn kalitesini yükseltir.

Kristal sırlarda kristal oluşumunu hızlandırmaktadır. Artan oranlarda kristal nüvelerin boyutları da büyür. Lityum oksit çok az bulunduğundan pahalı bir oksittir.

Lityum çeşitleri, lepidolit ($\text{LiF} \cdot \text{KF} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$), petalit ($\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 16\text{SiO}_2$), spodümen ($\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$) bileşiklerinde bulunmaktadır. Seramik endüstrisinde kullanılan yapay lityum bileşikleri de şunlardır: lityum alüminat ($\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$), lityum karbonat (LiCO_3), lityum silikat ($\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$), lityum titanat ($\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{TiO}_2$), lityum-zirkon silikat ($2\text{LiO} \cdot \text{ZrO} \cdot \text{SiO}_2$).¹⁶

¹⁵ Nelson, a.g.e., 242 s.

¹⁶ Ateş Arcasoy, **Seramik Teknolojisi**, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anasanat Dalı Yayınları No:2, İstanbul, 1983, s. 170.

1.3.7. Çinko Oksit (ZnO)

Pişirim aralığı orta ve yüksek derece olan sırlarda, çinko oksit kullanışlı bir eriticidir. Tek başına erime noktası 1975°C 'dir. Sırın elastikiyetini artırır. Düşük miktarlarda kullanıldığında parlaklığı artırır, yüksek miktarlarda ise matlaştırıcı etki yapmaktadır.

Alüminyum oranı düşük bir sıra yapılan çinko katkısı ve sırın yavaş soğutulması ile kristal sırlar elde edilmektedir.

Sırlarda kullanılan başlıca çinko bileşiği çinko oksittir.

1.3.8. Kalsiyum Oksit (CaO)

Kalsiyum oksidin 2572°C gibi yüksek bir erime derecesi olmasına rağmen sırdaki fonksiyonu eriticidir. Sırlara genellikle CaCO_3 şeklindeki kalsit, mermer ve tebeşirden sokulur. Kalsiyum karbonat (CaCO_3) 900°C 'de kalsiyum okside (CaO) dönüşür.

Sırın sert ve dayanıklı olmasını sağlar. Diğer alkali oksitlerle kıyaslandığında kalsiyum oksit ile asitlere ve bozulmalara karşı daha dayanıklı sırlar elde etmek mümkündür.

Alüminyumla birlikte kullanıldığında mat yüzeyler oluşturur. Renklendirici oksitler üzerinde çok fazla etkisi bulunmamaktadır.

Bünyesinde kalsiyum oksit içeren bileşiklerin en çok kullanılanları; mermer ve tebeşir (CaCO_3), dolomit ($\text{CaCO}_3.\text{MgCO}_3$), üleksit ($\text{Na}_2\text{O}.2\text{CaO}.5\text{B}_2\text{O}_3.12\text{H}_2\text{O}$), kolemanit ($2\text{CaO}.3\text{B}_2\text{O}_3.5\text{H}_2\text{O}$), anortit ($\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.2\text{SiO}_2$), kalsiyum borat ($\text{CaO}.\text{B}_2\text{O}_3.6\text{H}_2\text{O}$) ve vollastonit ($\text{CaO}.\text{SiO}_2$) tir.

1.3.9. Magnezyum Oksit (MgO)

Magnezyum oksit, sıra az miktarlarda girdiğinde parlaklık etkisi yaratmaktadır, katkı maddeleri arttıkça sır matlaşmaya başlar.

Yüksek dereceli sırlarda eritici olarak kullanılır, düşük dereceli sırlarda ise refrakter özellik gösterir ve sıra opaklık ve matlık gibi özellikler kazandırır.¹⁷ Sırlara genellikle magnezit yani magnezyum karbonat ($MgCO_3$), dolomit ($MgCO_3.CaCO_3$) ve talk ($3MgO.4SiO_2.H_2O$) gibi magnezyum kaynaklarından girmektedir.

Magnezyum oksit katkılı sırlarda büyük ölçüde sert yüzeyler elde dileyebilir. Bu sırlar hava koşullarına, asit ve bazlara karşı dirençlidirler.¹⁸

1.3.10. Baryum Oksit (BaO)

Baryum oksit, toprak alkali minerallerin bir üyesidir. Sırlara az miktarlarda katıldığında parlaklık, yüksek miktarlarda katıldığında matlık özelliği kazandırır. Genellikle mat sırlar üretmek için kullanılmaktadır.

Yüksek derecede pişen sırlarda eritici rol oynar. Kalsiyum ve baryum oksidin sırlardaki fonksiyonları birbirine benzemektedir. Baryum oksit sırları çok sertleştirir fakat kimyasal dayanıklılığını azaltır.

Sır bileşimlerine genellikle baryum karbonat (viterit, $BaCO_3$) tan alınan baryum oksit zehirlidir ve dikkatli kullanılması gerekmektedir.

1.3.11. Stronsiyum Oksit (SrO)

Stronsiyum oksidin sırdaki etkisi kalsiyum okside benzemektedir. Kalsiyum oksitten daha kolay erir. Sırın vizkozitesini arttırarak matlık oluşumunu sağlar, parlak sırların matlaştırılmasında kullanılır. Asitlere ve çizilmeye karşı dayanıklılık sağlar. İğne deliği hatalarını giderir.

Sır bileşimine genellikle stronsiyum karbonat ($SrCO_3$) tan alınarak kullanılır.

¹⁷ Daniel Rhodes, **Clay and Glazes for the Potter**, Chilton Book Company, Radnor, Pennsylvania, 1973, 92 s.

¹⁸ Ateş Arcasoy, **Seramik Teknolojisi**, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anasanat Dalı Yayınları No:2, İstanbul, 1983, 169 s.

1.3.12. Renk Veren Oksitler

Bakır Oksit: Bakır oksit (CuO), antik dönemlerden beri mavi ve yeşil renkli sırlar üretmek için kullanılmıştır. Erime noktası 1148^oC'dir. Siyah renkli olan CuO ve kırmızı renkli olan Cu₂O olarak iki şekilde bulunmaktadır. Sırlara bakır oksit kaynağı olan bakır karbonattan da (CaCO₃) girmektedir. Daha iri taneli olan bakır oksit (CuO), bakır karbonattan (CaCO₃) daha fazla bakır sağlamaktadır.

Bakır oksit sırlarda yüksek oranda çözünmektedir. Ham sıra, yeterli derecede öğütülmeden eklense bile pişirim sırasında erimiş sıra tamamen karışır. Güçlü bir eritici ve sıra eklenmesi sıran akışkanlığını artırır, sır yüzeyinde parlaklık sağlar. %1 oranında eklenen bakır oksit sırlara çok az renk verirken %2–3 oranında eklendiğinde güçlü renkler vermektedir. %5'ten fazla bakır oksit ise yeşil ve siyah renkte metalik veya koyu bir yüzey vermektedir.¹⁹

Sıran bileşimine göre, kurşunlu sırlarda yeşilin tonlarını veren bakır oksit, alkalili sırlarda mavi veya turkuaz renkler vermektedir. Bileşimlerinde az miktarda kurşun bulunan alkalili sırlarla turkuaz elde edilmektedir. Turkuaz rengi, borlu sırlara yapılan kalay dioksit (SnO₂) ilavesi ile de elde edilmektedir. Redüksiyon sırlarında, bakır oksit bakır kırmızısı veya koyu kırmızı renkler vermektedir.

Bakır oksit, zehirli olması nedeniyle kullanım eşyalarında tercih edilmemelidir. Aynı zamanda kurşun içeriğini çözünür hale getirdiği için sıran dayanıklılığını da azaltmaktadır.

Demir Oksit: Demir oksit en önemli renk veren oksitlerden biridir. FeO, Fe₂O₃, Fe₃O₄ gibi farklı değerliklerdeki demir ve oksijen bileşiklerinin genel adıdır. Sırlarda en çok kırmızı demir oksit (Fe₂O₃) kullanılır. Genellikle sarılar, kahverengiler, siyahlar ve gri renk tonları vermektedir. Sır reçetesine ve fırın atmosferine bağlı olarak değişik tepkiler verir. Oksitleyici pişirimde değişik katkılarda, sarı, kahverengi, kırmızı-kahve ve şarap kırmızısı renkler, indirgeyici atmosferde ise gri-mavi ve koyu gri renkler elde edilir.

¹⁹ Daniel Rhodes, **Clay and Glazes for the Potter**, Chilton Book Company, Radnor, Pennsylvania, 1973, 208 s.

Yüksek oranda kurşun içeren kalaylı bir sıra demir oksit eklenirse, kızıl-kahve, benekli krem rengi bir sır elde edilebilir. Bu tip sırlar özellikle dokulu yüzeylerde çok iyi sonuçlar verebilir. Demir oksit, sırlarda çok aktif bir eriticidir ve çok az miktarlarda kullanılsa bile sırda gözle görülür oranda akıcılık sağlar. Mat bir sıra % 2-3 oranında eklenen demir oksit ile parlak bir sır elde edilebilir.²⁰

Sırdaki alüminyum oksidin artırılmasıyla, sarı renk kahverengiye doğru gider. SrO, CaO ve BaO'in sıra belirli oranlarda eklenmesiyle renk sarımsı kahverengiye dönüşür. Demir oksit ile renklendirilen sırlara titan dioksit (TiO₂) katkısı yapılarak koyu kahverengi renk elde edilir.²¹

Alkalili ve kuvarslı sırlardan alüminyum oksitin (Al₂O₃) büyük ölçüde uzaklaştırılması ve bol miktarda demir oksite doyurulmasıyla artistik sırlardan aventurin sırlar elde edilebilir. Alüminyum oksitin uzaklaştırılmasının nedeni kristalleşmeyi önemli ölçüde engellemesidir. Erime noktasında çözünen demir oksit, sırnın soğuması sırasında yeniden ayrışarak kristalleşir. Aventurin sırlarda kristaller, kristal sırlardan farklı olarak yüzeyde değil, sırnın içine gömülmüş olarak oluşur.

Kobalt Oksit: Kobalt oksit, seramik tarihi boyunca geniş ölçüde yararlanılmış en güçlü, stabil ve güvenilir renk veren oksitlerden biridir. Tüm sır çeşitlerinde ve pişirim şekillerinde genellikle benzer mavi tonları verir. CoO, CoO₂, Co₂O₃ ve Co₃O₄ formüllerinde kobalt ve oksijen bileşenleri bulunur. Çok güçlü renk verme özelliği sayesinde %1'in dörtte biri oranında kobalt oksit, sıra orta derecede bir mavi verir. % 1 oranında genellikle koyu mavi, % 1'in üzerinde oranlarda ise yoğun mavi-siyah veya siyah tonları vermektedir.

Yüksek oranda kalsiyum oksit içeren sırlarda kobalt oksit ile genellikle mavi bir renk elde edilir. Yüksek oranda baryum içeren sırlar turkuaz, yüksek oranda çinko, magnezyum, bor veya fosfor içeren sırlar ton olarak mora yakın olma eğilimindedir. Düşük silisyum dioksit, yüksek alkali ve magnezyum oksit oranları ise, güçlü pembemsi mavi, mor benekli efektler oluşturmaktadır.²²

²⁰ Rhodes, a.g.e., 206-208 s.

²¹ Ateş Arcasoy, **Seramik Teknolojisi**, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anasanat Dalı Yayınları No:2, İstanbul, 1983, 191 s.

²² Behrens, Richard; **Glaze Projects**, Ceramic Monthly Magazine Handbook, U.S.A.,1971, 20 s.

Magnezyum oksit, sırlarda kobaltın arsenat ve fosfat bileşikleriyle mavi-mordan koyu mora kadar giden renkler elde edilir. Titan ile matlaştırılmış, kobalt oksitli sırlar gri-maviden yeşile giden renkler verir.²³

Kobalt oksit diğer oksitlere göre daha sert olduğundan, kobaltlı sırları lekeli görünümünü engellemek için çok iyi öğütmek gerekmektedir. Sırlarda genellikle, çözünmesi daha kolay olduğundan CoCO_3 tercih edilir.

Krom Oksit: Krom oksit, en değişken renk veren oksittir. Sırın erime sıcaklığını yükseltir. Sır çeşidine ve pişme derecesine bağlı olarak değişen, kırmızı, sarı, pembe, kahverengi veya yeşil renkler verir.

Yüksek sıcaklıkta gelişen sırlarda krom oksit katkısıyla yeşil renk elde edilir. Krom oksitle yeşil renk elde edilmek isteniyorsa sırda çinko oksit bulundurulmamalıdır. Çinko oksit, sırın hoş görünmeyen gri-yeşil bir renk almasına sebep olur. Çinko oksit içermeyen kurşun ağırlıklı sırlarda krom oksit yeşil bir renk verir. Bu yeşil yoğun bir renktir. % 0.5-3 oranlarında krom oksit çeşitli yoğun yeşil renkler elde etmek için kullanılır. Alkalili ve borlu-alkalili sırlarda da krom oksit ile yeşil renk elde edilir.

Bol kurşunlu, silisyum dioksit ve alüminyum oksidin düşük olduğu sırlarda oksitleyici atmosferde 1000°C 'nin altında krom oksit ile parlak turuncudan kırmızıya giden renklere sır elde edilebilir. Bu kırmızı tonları 'krom kırmızısı' olarak bilinmektedir.

Pişirim derecesi düşük olan, soda içeren kurşunlu sırlar, % 1 oranında krom oksitle parlak sarı renk verebilir. Kalay dioksit (SnO_2) içeren bir sırda krom oksit eklenirse pembe renk elde edilir. Pembe rengi elde etmek için % 0.5 oranında krom oksit, % 5 oranında kalay dioksit katkısı yapmak yeterlidir. Hem çinko oksit, hem de krom oksit içeren sırlarda kahverengi renk tonlarında olurlar.²⁴

²³ Ateş Arcasoy, **Seramik Teknolojisi**, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anasanat Dalı Yayınları No:2, İstanbul, 1983, 191 s.

²⁴ Daniel Rhodes, **Clay and Glazes for the Potter**, Chilton Book Company, Radnor, Pennsylvania, 1973, 210 s.

Krom oksit, sırlara oksit formuyla (Cr_2O_3), kurşun kromat (PbCrO_4), potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ve demir kromat (FeCrO_4) olarak girebilir.

Mangan Dioksit: Manganın, mangan monoksit (MnO) ve mangan dioksit (MnO_2) olarak iki oksit bileşiği vardır. En çok kullanılan kaynakları, pembe renkli toz şeklindeki mangan karbonat (MnCO_3) ve siyah mangan dioksit (MnO_2)'tir. Siyah, kahverengi ve mor renk tonlarının elde edilmesinde kullanılır.

Mangan dioksitle renklendirilen bol kurşunlu sırlarda %2-5 oranında katkılarla kahverengi, aynı oranlarla borlu sırlarda kahverengi-mor ve alkalili sırlarda ise mor renk tonları elde edilir. Mangan dioksitin değişik oranlarda, örtücü ve mat sırlarda kullanılmasıyla açık bejden kahverengiye kadar renkler elde edilir. Sırların mangan dioksitle doyurulmasıyla ise, metalik parlak yüzeyler oluşur.²⁵

1200°C ve üzerindeki sıcaklıklarda mangan dioksitle daha doğal kahverengiler, redüksiyonlu pişirim ile de açık kahverengiler elde edilebilir. Mangan dioksit, düşük oranlarda demir oksit ile birlikte kullanılırsa zengin kahverengi tonları, yine düşük oranlarda kobalt oksit ile birlikte kullanılırsa derin mor ve mürdüm eriği tonları elde edilir.²⁶

Alüminyum oranının çok az olduğu veya hiç kullanılmadığı alkali sırlarda çok güzel tonlarda mor ve leylak renkleri elde edilir. Bazı kurşunlu sırlarda mangan karbonat, özellikle fırın atmosferinde tam anlamıyla oksidasyon sağlanmazsa köpürmelere neden olabilir.

Nikel Oksit: Nikel oksidin NiO , NiO_2 , Ni_2O_3 , Ni_3O_4 formüllerinde bileşenleri bulunmaktadır. Nikel oksidin sırlarda kullanılan en yaygın formları, siyah ve yeşil nikel oksit (NiO) veya siyah nikel oksit (Ni_2O_3)'tir. Nikel karbonat (NiCO_3) şeklinde de kullanılır. Sırların içinde daha iyi çözüldüğü için daha çok tercih edilmektedir. Nikel karbonatın, sırlarda daha iyi çözünmesi, rengin daha iyi bir şekilde ve eşit miktarda dağılmasını sağlar.

²⁵ Ateş Arcasoy, **Seramik Teknolojisi**, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anasanat Dalı Yayınları No:2, İstanbul, 1983, 134 s.

²⁶ Daniel Rhodes, **Clay and Glazes for the Potter**, Chilton Book Company, Radnor, Pennsylvania, 1973, 211 s.

Nikel oksidin geniş bir renk aralığı vardır. En yaygın olarak kahverengi tonlarını verir. Nikel oksitle renklendirilen sırlarda her zaman aynı renk elde edilemez, bu yüzden endüstriyel seramikte renk veren oksit olarak çok az kullanılır. % 1'in altında kullanılan nikel oksit çoğu sırda gri renk verir. % 2 oranında kahverengi elde edilir. Sadece nikel oksit ile elde edilen renkler genellikle soluk ve donuk renklerdir. Nikel oksit diğer renk veren oksitlerle kullanıldığında, bu sırların rengini geliştirir ve beyazlaştırır. Kobalt, demir ve bakır oksit gibi renk veren oksitlere yapılan % 0,5-1 oranında nikel oksit katkısı ile renklerin niteliği değiştirilebilir.²⁷

Tek başına kullanılırsa yeşilimsi griler verir. Eriticilere ve alüminyum oranına bağlı olarak % 1-2 oranlarında değişik renkler verir. Çinko oksit ile mavi, baryum oksit ile kahverengi, magnezyum oksit ile yeşil renk verir. Yüksek derecelerde kahverengiler elde edilir.²⁸

Nikel oksit, güçlü bir renk veren oksittir. Sırlarda en fazla % 3 oranında kullanılmalıdır. Fazla oranlarda katkılarında, büyük yüzey gerilimi meydana getirmesinden dolayı, sırda toplanmalar oluşur. Çinko oksit oranı fazla olan sırlarda bu durum daha da fazlalaşır.

Kalay Dioksit: Kalay dioksit (SnO_2), sırlarda öncelikle örtücülük ve opaklık elde etmek için kullanılır. En iyi opaklaştırıcı maddedir. Kalay dioksit ile hemen hemen bütün pişirim sıcaklıklarında beyaz sırlar elde edilir. Renk veren oksitlerin renk kalitesi üzerinde oldukça fazla etkisi vardır. Saydam bir sıra % 9-12 oranında kalay dioksit katkısıyla beyaz bir sır elde edilir.

Kurşunlu saydam bir sırda bakır ile elde edilmiş yeşil renk, kalay dioksit katkısıyla maviye dönüşür. Mavi rengi güçlendirmek için bakırlı sıranın kurşun oranının oldukça azaltılması ve alkali oranının artırılması gerekir. Bu tür sırlarda gök mavisini tonlar da elde edilebilir. Sıra yaklaşık % 5 oranında kalay dioksit katkısı yanında bor oksit de eklenmelidir.²⁹

²⁷ Rhodes, a.g.e., 211 s.

²⁸ Joaquim Chavarria, **The Big Book of Ceramics**, Watson-Guptill Publications, 1994, 73 s.

²⁹ Ateş Arcasoy, **Seramik Teknolojisi**, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anasanat Dalı Yayınları No:2, İstanbul, 1983, 196 s.

Kalay dioksit elastikiyeti arttırdığı için bir dereceye kadar sır çatlağını önlemektedir.

Zirkon Dioksit: Doğada zirkon dioksit (ZrO_2) ve zirkon silikat ($ZrSiO_4$) şeklinde bulunur. Seramik sırlarına da yine zirkon dioksit ve zirkon silikattan alınır.

Sırlarda örtücülük sağlamada kullanılan zirkon dioksidin endüstride en çok kullanılan şekli zirkon silikattır. Zirkonlu örtücü sırlarda bakır oksit katkısı ile mavi renk elde edilir.³⁰

Sırlarda örtücü etkiyi arttırmak için kalay dioksiti çok ince öğütmek gerekir. Güç erime ve yumurta kabuğu gibi olumsuz özellikleri firtlenmesiyle ortadan kaldırılır.

Antimon Oksit: Antimon oksit (Sb_2O_3), sırlarda renklendirici ve opaklaştırıcı olarak kullanılır. Kurşunlu sırlarda % 1-2 oranında sarı renkler, alkalili sırlarda % 4-6 oranında beyaz renk elde edilir.

Kalay dioksit ve titan dioksit katkısı antimon oksitli sırlarda sarı rengi kuvvetlendirir. Antimon oksitli sırlarda lityum oksit ile limon sarısı, kalsiyum oksit ile kahverengi, stronsiyum oksidin % 5-10 katkı oranları ile yeşil benekli renkler elde edilir.

Antimon oksit suda çözünmez ve $1000^{\circ}C$ 'yi aştığında buharlaşır.

Titan Dioksit: Doğal titan oksit; rutil, anastas ve ilmenit olarak bulunmaktadır. Saf titan dioksit ile kurşunlu sırlarda sarı renkler, kurşunsuz sırlarda ise beyaz renk elde edilir. Saf titan dioksit, sırları hemen hemen kalay dioksit gibi örter. Sırlara ortalama % 8-10 oranlarında eklenir. Opaklaştırıcı olarak rol oynar. Alkalili sırlara göre, çinko ve baryum oksit içeren sırlarda titan dioksit katkısıyla, daha iyi bir örtücülük elde edilir.

Diğer renk veren oksitlere titan dioksit katkısı yapılarak çeşitli renkler elde edilebilir. Kobalt oksitli sırlarda, gri maviden yeşile giden renkler, bakır oksitli sırlarda sarıdan maviye giden renkler, krom oksitli sırlarda da kirli gri renkler elde edilir.

³⁰ Arcasoy, a.g.e., 196-197 s.

Mangan dioksit katkılı sırlarda titan dioksit rengin griye dönüşmesine, nikel kırmızısı sırlara yapılan % 3-5 oranlarında titan dioksit katkısı ise, kırmızı rengin yeşile dönüşmesine sebep olur.³¹

Rutil (TiO_2), az miktarlarda demir oksit (Fe_2O_3) ve vanadin oksit (V_2O_5) içeren, saf olmayan bir oksittir. Sırlara taba rengi veya kahverengi renk verir. Çok az miktarlarda demir oksit içerdiği için renklendirme gücü zayıftır fakat renginden çok verdiği doku için tercih edilir. Düzgün yüzeyli bir sırda, rutil katkısı ile parçalanmış ve lekelenmiş bir görünüm elde edilebilir. Sırlara genellikle % 5 oranında eklenir. Bor oksit içeren ve özellikle demir oksit ve bakır oksit gibi renk veren oksitlerle hafifçe renklendirilmiş opak sırlara, rutil katkısı yapıldığında sırnın yüzeyinde benekler ve lekeler oluşabilir. Kurşunlu sırlarda rutilin verdiği dokular fazla belirgin değildir. % 5 ve üzeri oranlarda kullanıldığında opaklığı artırır.³²

Molibden Oksit: Molibden bileşikleri (MoO_2 , MoO_3), tek başlarına oksitleyici pişirmede sırlara renk vermezler. Katıldığı sırnın viskozitesini düşürüp kristal oluşumunu sağlarlar. Çoğunlukla sarı renkler elde edilir. Bol çinko oksit ve silisyum dioksit, düşük alüminyum oksit içeren sırlarda kristal oluşumunu hızlandırır. Bu tip sırlarda yıldız çiçek şeklinde kristaller oluştururlar.

Molibden bileşikleri, mangan dioksit ve krom oksidin verdiği renkleri bakır yeşilini ve kobalt mavisini açık tonlara dönüştürürken, demir oksidin sırlara verdiği rengi koyulaştırır.³³

Uran Oksit: Uran oksit pahalı ve zehirli bir oksit olmasına rağmen, elde edilen renkler açısından sıkça kullanılan bir oksittir. Sırlara uran oksit (UO_2 , UO_3) veya sodyum uranat ($Na_2U_2O_7$) olarak eklenir.

1020°C'nin altındaki sıcaklıklarda pişirilen, yüksek kurşun içeren sırlara uran oksit eklenerek parlak kırmızı ve mercan kırmızısı elde edilebilir.³⁴ Uran kırmızısı

³¹ Arcasoy, a.g.e., 198 s.

³² Daniel Rhodes, **Clay and Glazes for the Potter**, Chilton Book Company, Radnor, Pennsylvania, 1973, 211-212 s.

³³ Arcasoy, a.g.e., 199 s.

³⁴ Rhodes, a.g.e., 212 s.

sırlara çinko ve potasyum oksit eklendiğinde daha parlak renkler oluşur. Baryum ve magnezyum oksitlerin eklenmesiyle kırmızı renk sarıya doğru gider.³⁵

Borlu sırlarda, yine 1020°C'nin altındaki sıcaklıklarda uran oksit katkısı ile sarı renk elde edilir. Bu sırlara yapılan çinko oksit katkısı, sarı rengin zeytin yeşili renk tonuna dönüşmesini sağlar. Redüksiyonlu pişirmede uran oksit siyah renk verir.

Arsenik Oksit: Arsenik oksit (As_2O_3 , As_2O_5), sırlarda % 10-12 katkılarında örtücülük sağlar. Zehirli oluşu nedeniyle kullanımı çok fazla tercih edilmez.

Kobalt oksit ile oluşturulan silikatlarda arsenik oksit katkısıyla mor renk elde edilir. Kuvars oranı yüksek, alkalili ve borlu sırlara yapılan arsenik oksit ilavesiyle mat beyaz sırlar elde edilir.

Berilyum Oksit: Berilyum oksit (BeO), matlaştırıcı bir oksit olup sırlarda renk verme özelliği yoktur. Renk veren oksitleri etkiler. Sadece redüksiyonlu pişirimlerde koyu maviden açık mora giden renk tonları verir. Kristal oluşumu hızlandırır ve sırn içindeki renk veren oksitlerin homojen dağılmasını sağlar.

Vanadin Oksit: Tek başına kullanıldığında renklendirme özelliği zayıf olan vanadin oksit (V_2O_5), kalay ile birlikte kullanıldığında sırlara sarı renk verir. Yaklaşık % 5 oranında alkalili sırlara eklenmesiyle yeşil-beyaz örtücülük yapar. Oran arttıkça renk gri-yeşilden kahverengiye doğru gider.

Vanadin oksit içeren kurşunlu sırlara titan dioksit veya magnezyum oksit ile mat sırlar elde edildikten sonra, mangan dioksit eklenerek kahverengi-mor renkler oluşturulur.³⁶

Ser Dioksit: Ser dioksit (CeO_2), % 4 gibi çok düşük oranlarda sırı örtücü hale getirmesine rağmen, pahalı olması sebebiyle pek tercih edilmemektedir. Yüksek oranda çinko oksit ve kalsiyum oksit ile silisyum dioksit ve alüminyum oksit örtücülüğü artırır.

³⁵ Arcasoy, a.g.e., 199 s.

³⁶ Arcasoy, a.g.e., 200 s.

Ser dioksit, wolfram trioksit (WO_3) ile $1300^{\circ}C$ 'nin üzerindeki sıcaklıklarda mavi-yeşil renk oluşturur.

Wolfram Trioksit: Saf kurşunlu sırlara düşük oranlarda wolfram trioksit (WO_3) eklendiğinde çiçek şeklinde kristaller oluşur. Alkalili borlu sırlarda, yüksek oranlarda katkısı ile beyaz örtücülük sağlanır.

Wolfram trioksit eklenen bakır yeşili sırlar gri-yeşile, kobalt mavisi mora, mangan kahvesi daha koyuya ve krom yeşili pastel yeşile dönüşür.

Bizmut Oksit: Bizmut oksit (Bi_2O_3), sırlarda kurşun oksit gibi eritici görev yapar. Oksidasyonlu pişirimlerde altın sarısı renk elde edilirken, redüksiyonlu pişirimlerde koyu kahverengi ve mavi-siyah renkler elde edilir. Kalay dioksit ile oluşan örtücü sırlara, bizmut oksit katkısı ile fildişi tonunda renkler oluşturulur.

Selen Bileşikleri: Selenin sırlarda kullanılan bileşikleri, element şeklindeki selenden başka, sodyum selenit (Na_2SeO_3), baryum selenit ($BaSeO_3$), çinko selenit ($ZnSeO_3$), kadmiyum selenit ve selen sülfittir. Düşük derecelerde kırmızı renk elde edilir, fakat sıcaklık yükseldikçe kırmızı renk gri-kahveye dönüşür.

Normal bir sırda selen bileşikleri ile örtücü gri-beyaz renk oluşur. Diğer renk veren oksitlerle sırların renklerini değiştirirler. Bakır yeşili ve mavisi, demir kahverengisi, kobalt oksit ve krom oksidin verdiği renkler selen bileşiklerinin katkısıyla siyaha dönüşür.³⁷

³⁷ Arcasoy, a.g.e., 202 s.

2. BÖLÜM

KRAKLE VE TOPLANMALI SIRLAR

2.1. Krakle ve Toplanmalı Sırların Tanımı ve Tarihçesi

Krakle sırlar, Ateş Arcasoy tarafından ‘Seramik Teknolojisi’ adlı kitabında “...yüzeyi belirgin bir çatlak ağı ile kaplı sırlar”³⁸ olarak tanımlanmaktadır. Çatlaklar sırdaki kırılmalardır. İlk oluşan çatlaklar genellikle uzun, yukarı doğru spiral çizen ya da çaprazlama düz giden çatlaklardır. Bu uzun çatlaklara birincil çatlaklar adı verilir. Küçük kareler ve üçgenler ile dolmuş daha küçük çatlaklara ikincil çatlaklar denmektedir. İkincil çatlaklar oluşuktan sonra sır incelendiğinde, birincil çatlakların nispeten yakınlaştığı gözlenmektedir.³⁹

Krakle sırlar üç gruba ayrılabilir. Bunlardan birincisi ince, kılcal çatlaklardan oluşan parlak görümlü krakle sırlardır. İkincisi örtücü ve yarı mat yüzeye sahip sırları içine alan mat görümlü krakle sırlardır. Bunların yanında bir de, sanatçıların artistik amaçlarla kullandıkları bir krakle sır çeşidi olan deri kraklesi sırlar vardır. Deri kraklesi sırlar alt ve üst sır olmak üzere iki sırdan oluşmaktadır, çatlaklar birbirinden uzak ve belirgindir.

Krakle sırlar, seramik süslemenin ayrılmaz bir parçası olarak uzun zamandır kullanılmaktadır. Orijinal olarak antik feldspatik sırlarda gelişmiş bir sır hatasıdır, çatlama ve harman arasındaki ilişkiiden haberdar olmayan ilk seramikçiler tarafından anlaşılammıştır. 19. y.y.’a kadar Avrupa’da bilinmemekteydi. Batı medeniyetleri, hatalı olarak adlandırdıkları bu sırlara doğu medeniyetleri kadar olumlu yaklaşmamışlardır.

Krakle sırlar, Çin’de Sung Hanedanlığı (960 – 1279) döneminde görülmüştür. Saray için özel yapılan iki tip Sung işi bulunmaktadır.

Bunlardan Ju (Ru) işleri Honan ilinde bulunan Ju Chou’da kurulmuş fırınlarda, M.S. 1107’den 1127 yıllarına kadar yapılan imparatorluk seramikleri

³⁸ Ateş Arcasoy, **Seramik Teknolojisi**, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anasanat Dalı Yayınları No:2, İstanbul, 1983, 230 s.

³⁹ Frank ve Janet Hamer, **The Potter’s Dictionary of Materials and Techniques**, A & C Black Publishers, London, 1997, 88-89 s.

olarak tanımlanmaktadır. Ju işleri, Sung seramikleri arasında az bulunan işlerdir. Sırları, sarımsı bünye üzerinde, kalın, opak, soluk maviden mavi-yeşil tonlarına giden krakle sırlardır.⁴⁰ (Bkz. Resim 2) Düşük pişirimli olması nedeniyle, hafif kristalimsi ve şekerimsi görünümü, daha sonra anlatılacak olan Guan (Kuan) işlerine benzemektedir.



Resim 2. 12.yy. Ju işi ayaklı kase.

Bazı Ju işlerinde görülen, 'balık pulu' olarak tanımlanan çatlama şekli, kalın sırlı ve çok yüksek derecede pişirilmiş işlerde oluşmaktadır. Çatlak bölgelerde görülen çizgiler, sır yüzeyine dikey değil paralel olurlar ve sıra derin bir görünüm verirler. Bazı durumlarda çatlak çizgileri daha uzun ve seyrek görülür. Bu daha uzun çatlak çizgileri olan, soluk, yanar dönerli sıra Çin'de 'ağustos böceği kanatları' denmektedir. Bu çok sık görülmeyen bir çatlama efektidir.⁴¹

Basit şekilleri ile Song çömlekçilerinin işleri içinde göze çarpan örneklerdir.

Bir diğer saray işi olan Guan (Kuan) işleri, tüm Song seramikleri içinde, yumuşak renkleri, basit şekilleri ve rastgele büyük çatlakları ile en çekici olan işlerdir.

1127'den sonra hükümdarlık güneye hareket etmiştir ve güzel bir göl kenarı şehri olan Hangzou'da kendini yeniden kurmuştur.

Orijinal Guan fırınları, saraydan gelen emir ile kesin olarak bilinmemekle birlikte 12. y.y.'ın ikinci yarısında Güney Song'un başkenti olan Hangzou'da, kuzey

⁴⁰ Robert Tichane, **Celadon Blues**, Krause Publications, United States of America, 1998, 104 s.

⁴¹ Nigel Wood, **Chinese Glazes**, A & C Black Publishers, London, 1999, 128 s.

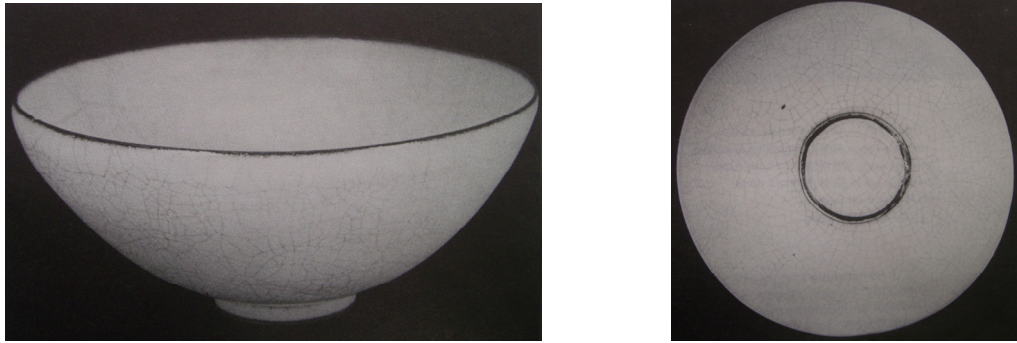
Zhejiang'da kurulmuştur. İlk Guan fırını 12. yy.'da saray işleri bölümü (Xiuneisi) için Hangzhou'da, Phoenix Tepesi'nin eteklerinde, sarayın nadide işlerinden olan sekiz loblu formunda yapıldığı bölgede inşa edilmiştir. Bu sekiz loblu form Hangzhou'daki saray işleri bölümü (Xiuneisi) fırınının yaptığı Guan işlerinin ilk bölümünü temsil eder ve en iyi örneklerinden biridir. (Bkz. Resim 3) Ru işlerinde gümüş ve lake olarak da görülmektedir.⁴²



Resim 3. XII. yy. Guan işi, sekiz loblu form.

Guan işlerinin üretilmesinin ilk amacı, Kuzey Ru işlerinin efektlerini ve pişirim tarzlarını elde etmektir.

Gerçek Guan işlerinde kullanılan koyu, demir yönünden zengin çamur, sır çatlaklarını gözle görülür şekilde çoğaltır ve aynı zamanda 'mor bordür ve demir ayak' görünümünün de elde edilmesine yardımcı olur. (Bkz. Resim 4)



Resim 4. Mor bordür ve demir ayaklı Guan kasesi.

⁴² Wood, a.g.e., 81-82 s.

İndirgenerek pişirilmiş Guan işlerinin sırları soluk demir-mavi, mavi-griden, gri-yeşile kadar çeşitlilik gösterir. Oksidasyon sırasında krem, sarımsı kahverengi ya da açık kahverengi olabilirler. Krakle görünümüleri basit çatlaklar halinde ya da sırnın kalınlığına bağlı olarak çeşitli seviyelerde çatlaklar şeklinde, ya da büyük çatlakların arasında gelişen ikincil çatlaklar görülebilir. Çatlakların çoğu soğuma aşamasında oluşsa da, fırından çıkarıldıktan günlerce, yıllarca hatta yüzyıllarca sonra 'gecikmiş' ya da 'ikincil' olarak bilinen bu çatlaklar oluşmaya devam etmektedir. Bazı Guan işlerinde çatlak çizgileri fırından çıktıktan sonra hala sıcakken boyalarla yapılan uygulamayla çoğaltılırdı.⁴³ (Bkz. Resim 5)



Resim 5. 13.-14. yy. Guan işi açık ve koyu ve açık krakleli tabak.

Guan işlerinde krakle her yere dağılmıştır, işler tamamen kraklelidir. Bunun sebeplerinden birisi, sırnın kalın olması sebebiyle düşük ısıda pişirilmesidir. Bir başka sebep ise, bünyede ve bünyeyi kaplayan sırda çatlak oluşumunu önleyen bir hammadde olan silikatın, Guan işlerinde ortalamanın altında bir seviyede olması yüzündendir.

Kırık Song Guan işlerinin kesitlerinde Çinliler tarafından yapılan dört katman meydana çıkmıştır. Her katmanın bitiminde yarı erimiş kireç efekti bariz bir şekilde görülmektedir. Bu katmanlı efeklin sebepleri belirsizdir. Sırların çoklu katmanlar

⁴³ Nigel Wood, **Chinese Glazes**, A & C Black Publishers, London, 1999, 85-86 s.

olarak uygulanmasına rağmen, pişirim sırasında homojen bir şekilde eriyip bütün olmaları gerekirken, katmanların görünür bir şekilde ayrı kalmasının sebebi bulunamamıştır.

Guan işlerinin en önemli özelliklerinden biri de, çok kalın bir sır ile çok ince bir bünyenin birleşmesidir. Çinliler, işleri tornada 1-2 mm. kalınlığına gelene kadar soymaktadırlar. En uç örneklerde sır 2,5 mm. kalınlığında, bünye ise 1 mm. kalınlığındadır. En tipik işlerde sır 0,5-1 mm., bünyeler 1,5-3 mm. kalınlığındadır. Yoğun çatlaklı sırası ve çok ince bünyeleri nedeniyle Guan işleri çok kullanışlı değildir. Bütün bu özelliklere rağmen Güney Song seramiklerinin simgesidir ve Çin seramik tarihinde önemli işlerdir. (Bkz. Resim 6)



Resim 6. Guan kasesi.

Ju ve Guan işlerinin yanı sıra 1428'de Guan işlerine benzer olarak ortaya çıkan ve ayırım yapılması çok zor olan Ge (Ko) işlerinden de söz etmek mümkündür. Ge, erken Ming bilgileri tarafından Song Hanedanlığı'nın beş ünlü fırınından biri olarak tanıtılmıştır ve tarihsel olarak Guan'dan ayrı değerlendirilir. Ge işlerinin nerede, kim tarafından yapıldığı anlaşılmaz. Ayrıca Ge tarihi de tartışma konusudur.

Ge işlerinin karakteristiği oldukça tartışılmıştır. Bazı otoriteler pişirme işlemi süresince atmosferden, derecelerden ve soğuma işleminden etkilenmiş, renk ve doku yönünden geniş bir çeşitliliği olan krakle sırlı Guan işlerinin değişik versiyonu olduğunu iddia etmişlerdir. Diğer yandan ise bünye bileşenleri, şekillendirme, pişirim sıcaklığı ve sır katman sayısındaki değişikliğe dikkat çekmişlerdir. Sırın renk tonu ve dokusu, pişirim koşullarından etkilenmiştir. Daha sıcak tonlar, nötr veya hafif oksidasyonlu pişirimde ve 1300°C'nin üzerinde pişirilmiş, daha soğuk mavi tonlar ise

redüksiyonlu ve daha az derecelerde elde edilmiştir. Düzgün kahverengi çizgili ve daha kalın, koyu çizgilerin birleşimi olan Ge işlerinin kraklesine ‘ altın ip ve demir tel ‘ denmektedir. Bu tip çok katmanlı krakleler pişirim aşamasında ve pişirimden çok daha sonraları devam eden kraklelerin renklendirilmesi ile elde edilirdi. Krakle efektinin etkisi çoğunlukla boyalarla ve diğer pigmentlerle renklendirilerek artırılırdı. Ge işleri her zaman, çok değerli seramikler olarak kalmıştır.⁴⁴ (Bkz. Resim 7)



Resim 7. Ge işi kase, , ünlü altın ip ve demir tel efekti.

Krakle sırlar Çin dışında Mısır, İran, Fas ve Japon seramiklerinde de görülmüştür.

Toplanmalı sırlar, Ateş Arcasoy’un ‘Seramik Teknolojisi’ adlı kitabında, “Pişme sırasında damarlar ve adacıklar şeklinde çekilerek, yüzeyde alttaki sır veya çamur görülecek şekilde toplanan sırlardır.”⁴⁵ şeklinde tanımlanmıştır. Seramik, işin üzerinde sırsız alanlar oluşturur. Sırsız alanları çevreleyen sırlı alanlar, genellikle düzgün yüzeyli, yuvarlanmış ve kalındır. Baloncuklaşma denilen, sırnın küçük baloncuklar gibi şekil aldığı hale kadar birçok değişiklik gösterir.⁴⁶ (Bkz. Resim 8 ve 9)

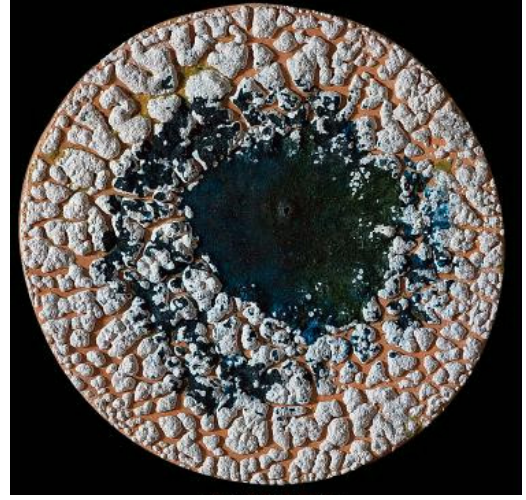
⁴⁴ Rose Kerr, **Song Dynasty Ceramics**, V & A Publications, London, 2004, 86-87

⁴⁵ Ateş Arcasoy, **Seramik Teknolojisi**, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anasanat Dalı Yayınları No:2, İstanbul, 1983, 231 s.

⁴⁶ Harry Fraser, **Ceramic Faults and Their Remedies**, A & C Black Publications, London, 1995, 79 s.



Resim 8. Ünal Cimit'e ait pano çalışması.



Resim 9. Ünal Cimit'e ait duvar tabağı çalışması.

2.2. Krakle ve Toplanmalı Sırların Oluşumunun Nedenleri

2.2.1. Krakle Sırlar

Krakle sırlar, dayanıklı olmaması sebebi ile sır hatası olarak kabul edilse de, aynı zamanda dekoratif amaçlarla kullanılmaktadır. Sırlarda kraklelerin oluşması, genleşme katsayısı, çamur bünye seçimi, pişirim derecesi ve soğutma, sırların uygulanışı, sırda kullanılan hammaddeler vb. gibi birçok nedene bağlıdır.

Krakle sırların oluşturulmasında en önemli etkenlerden birisi sırların genleşme katsayısıdır. Krakle, sırların genleşme katsayısının, çamurun genleşme katsayısına oranla yüksek olduğunda meydana gelir. Olgunlaşma derecesine ulaşan sır, soğuma esnasında çamur bünyesinden daha fazla küçülür ve sırların içindeki gerilim çatlağa neden olur. Sırların genleşme katsayısının, çamurun genleşme katsayısından yüksek olduğu durumlarda çatlaklar sık ve yoğun görülür. Eğer sır ile çamur arasında çok yüksek genleşme katsayısı yoksa, çatlaklar seyrek ve uzun şekilde olur. (Bkz. Resim 10 ve 11) Sırların genleşme katsayısını yükseltmek için, alkali miktarının artırılması ve silisyum dioksit miktarının azaltılması gerekmektedir. Feldspat oranını, potasyum oksit, sodyum oksit ve lityum oksit içeren diğer hammaddelerin oranını arttırmak, alüminyum miktarını azaltmak, bor oksit ve magnezyum oksidi çok az veya hiç kullanmamak krakle oluşumuna yardım eder.



Resim 10. Sık çatlaklı krakle sır örneği.



Resim 11. Geniş çatlaklı krakle sır örneği.

Krakle oluşumu aynı zamanda çamur bünyenin harmanının ayarlanması ve bisküvi pişirim derecesi ile de sağlanabilmektedir.

Çamur bünyenin genleşme katsayısı, içerdiği serbest silisyum oranına ve aynı zamanda uygulanan ısıya bağlıdır. Bünye düşük derecede pişirilirse yeteri kadar, silisyum dioksidin ilk fazlarından biri olan kristobalit geliştiremez.⁴⁷ Bu da krakle oluşumuna bir etkindir.

Düşük genleşme özelliği gösteren bünyelere uygulanan sırlarda, krakle oluşumuna meyillidir. Talk eklenmiş bir bünye normal çamurdan daha az genişir, böylece çatlak oluşumu sağlanır.⁴⁸ Kalklı çamurlardaki kalsiyum oksit ise üzerindeki sır ile kolaylıkla reaksiyona girerek sırdaki silisyum dioksit ile birlikte ara tabaka oluşturur. Bu ara tabaka sır ve çamur arasındaki gerilmeleri önlemektedir. Krakle oluşumunu sağlamanın bir yolu da çamur bünyedeki kalkı, bünyeden uzaklaştırıp sır ile çamur arasında gerilim oluşturmaktır.

Krakle sırlar genellikle düşük derecede yapılan pişirimlerde oluşsa da, gereğinden fazla yüksek derecede pişirim yapmak da krakle oluşumunu sağlar. Krakle sırlarda, düşük derecede yapılan pişirimlerde, sodyum ve potasyum oksit sır bileşimine soda, sodyum karbonat, boraks, potas ve potasyum nitrat ile girer.

⁴⁷ Fraser, a.g.e.,74-76 s.

⁴⁸ Behrens, Richard; **Glaze Projects**, Ceramic Monthly Magazine Handbook, U.S.A.,1971, 21 s.

Bu hammaddeler suda çözünür olmalarından dolayı, yüksek genleşmeli bir frit kullanımı düşük dereceli krakle sırlar için daha uygundur. *“Eğer sır düşük pişirim yapıldıysa düzensiz ve kırık çatlaklar meydana gelir. Bazı çatlaklar, diğerleriyle kesişmeden yön değiştirebilir.”*⁴⁹ Yüksek derecede pişen krakle sırlarda ise, sodyum ve potasyum oksit sır bileşimine feldspatlardan girer. Çatlaklar ısı şoku uygulanarak da meydana getirilebilir. Ani ısınmadan çok, ani soğuma daha fazla çatlama neden olur. *“Krackle sırlar soğuma döngüsü süresince, (en iyi sonuç için hızlı olmalıdır) çatlaklarla sonuçlanarak küçülür.”*⁵⁰ Fırın ısısı yüksekken fırın kapağının açılması ile, sırlı işin sıcakken fırından dışarı çıkarılması ya da suya sokulmasıyla, bir de sünger ile istenen bölgelerin ıslatılmasıyla, hızlı soğutma yapılarak krakle oluşturulabilir.

Sır kalınlığını arttırmanın da krakle sır oluşumuna büyük etkisi vardır. Çatlama her zaman kalın sırlanmış bölgelerde görülür. Sır katmanları kalın uygulandığı zaman sırnın direnci azalır. Çatlama meyilli olmayan bir sır bile kalın uygulandığında çatlatabilir, buna benzer olarak da yüksek genleşmeli bir sır, ince uygulandığında krakle oluşumu elde edilemeyebilir. Sırlarda çatlak oluşumu, sırnın kalın uygulanması ile doğru orantılıdır.

Krackle sırlarda, süsleme amacıyla yapılan çatlak efektleri çeşitli şekillerde renklendirilerek abartılı hale getirilir. Renklendirme yollarından biri, çatlakları mürekkep, is, çay ya da çeşitli renklendirici maddelerle ovarak belirginleştirmektir. Pişirim sonrasında hemen bir renk uygulanabilir. Zamanla yeni oluşan çatlaklarda farklı bir renk uygulanarak çift ağ görünümlü çatlak çizgileri elde edilebilir.

Ateş Arcasoy'un 'Seramik Teknolojisi' adlı kitabında da belirttiği gibi, renklendirmede daha kalıcı dokular elde etmek için kullanılan bir başka uygulama ise; *“Sır çatlaklarının şeker çözeltisi ile ovulup, düşük sıcaklıkta pişirilmesi veya parçanın ovma işleminden sonra pişirilmeksizin seyreltik H₂SO₄ ile yıkanması”*⁵¹ yöntemidir.

⁴⁹Jimmie Adair Stewart, **Ceramics For All**, Barnes & Noble, Inc., U.S.A., 1956, 104 s.

⁵⁰Richard Zakin, **Electric Kiln Ceramics**, Chilton Book Company, Pennsylvania, 1994, 77 s.

⁵¹ Ateş Arcasoy, **Seramik Teknolojisi**, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anasanat Dalı Yayınları No:2, İstanbul, 1983, 231 s.

Renk veren oksitler ile bu oksitlerin bileşikleri ve tuzlarının sulu çözeltilerine daldırılan seramik parçanın, çatlaklarından bu renkleri çekmesi ve ardından tekrar fırınlanması yöntemiyle çeşitli renk seçeneklerine sahip çatlaklar oluşturulabilir.

Krakle sır çeşitlerinden olan parlak ve mat sırlar, bu gibi yöntemlerle renklendirilebilirler. Renk veren oksitlerin sır yüzeyi üzerine sürülerek tekrar pişirme yöntemiyle yapılan renklendirme, daha çok parlak krakle sırlara uygulanır. (Bkz. Resim 12 ve 13)



Resim 12. Parlak Krakle Sır Örneği.



Resim 13. Mat Krakle Sır Örneği.

Örtücü ve yarı mat yüzeyli çatlaklı sırları içine alan mat krakle sırlar, genişleme katsayısı yüksek olan ve sırda matlığı sağlayan kaolen, lityum karbonat (Li_2CO_3), stronsiyum karbonat (SrCO_3), wollastonit (CaO.SiO_2) gibi oksitlerin, alkali sırlara, istenilen matlık sağlanıncaya kadar artan oranlarda ilavesiyle elde edilir.

Parlak ve mat krakle sırların yanı sıra, çatlaklarının birbirinden uzak durduğu, çatlakların arası ve derinliği belirgin olan, deri kraklesi sırlar ise sır çeşidi olarak iki sırdan oluşmaktadır. Bu sırlar altta normal, üstte pişmeden önce ya da pişme sırasında çatlayan iki sıranın üst üste sürülmesiyle elde edilir. Üst kısımda yer alan sıranın deri görünümünde çatlamasını sağlayan oksitler MgO ve ZnO gibi oksitlerdir.

2.2.2. Toplanmalı Sırlar

Artistik sırlardan biri olan toplanmalı sırlarda, sır erime sonrasında bölünür ve çamur üzerinde sırsız alanlar bırakır. Toplanma sadece birkaç alanda oluşabildiği

gibi, kurumuş çamur üzerindeki çatlaklara benzeyen sırsız alanlardan oluşan dokularda bırakabilir. Bununla birlikte sırın toplanarak damlacıklar veya baloncuklar oluşturan örnekleri de vardır. (Bkz. Resim 14 ve 15) Toplanmalı sırlar seramik endüstrisinde hata olarak kabul edilirken, seramik sanatçıları tarafından özellikleri geliştirilerek artistik amaçlarla kullanılmaktadırlar.



Resim 14. Sırsız alanlar bırakarak toplanan sır örneği



Resim 15. Damlacıklar şeklinde toplanan sır örneği.

Sırlarda toplanma oluşumunun birçok sebebi vardır. Bunlardan en önemli olanları; büyük yüzey gerilimi, sırın viskozitesi ve sır ile bünye arasındaki ara yüzeyin zayıflığı olarak sayılabilir. Toplanmayı oluşturan bu sebepleri sağlayan birçok etken bulunmaktadır. Sırda büyük yüzey gerilimine sahip ve yüksek viskoziteli oksit kullanımı, sırın kirliliği, tozlu ya da yağlı olan yüzeylere uygulanması, sırın kalınlığı, bünyenin yapısı ve fırın atmosferi bu etkenlerdendir.

Toplanmalı sırların oluşumunun en önemli sebebi yüzey gerilimidir. Sırlarda yüzey gerilimi yaratmak için, sırın bileşiminde büyük yüzey gerilimi sağlayan oksitlerin bulunması gerekmektedir. *“Büyük yüzey gerilimi gösteren oksitler*

şunlardır: CaO, Al₂O₃, MgO, ZnO, NiO, SnO₂, Cr₂O₃, V₂O₅."⁵² Toplanmalı sırların oluşması için yüzey geriliminin 300 dyn/cm veya daha fazla olması gerekir. 300 dyn/cm seviyesinden büyük olan yüzey gerilimi, sırnı boncuk şeklinde toplanmasına neden olur.

Ham sırnın küçülmesi ve çatlaması da toplanmayı oluşturan sebeplerdendir. Bazı sır hammaddeleri, özellikle kil, çinko oksit, magnezyum karbonat ve kolemanit oldukça fazla küçülür.⁵³ Çok fazla plastik madde içeren sır kuruma sırasında küçülür ve yüzeyde sırnı kıran çatlaklar oluşur. Bu çatlaklar pişirim sırasında bünyeyi bütünüyle kaplamaz ve topaklar oluşturur. Bu genellikle bisküvi pişirimi yapılmış bünyelerde olur.⁵⁴

Eridiği zaman yüksek viskoziteye sahip olan sırlar, akışkan sırlara göre toplanmaya daha yatkındırlar. Özellikle zirkon oksit ile opaklaştırılmış sırlar transparan sırlardan, çinko oksit içeren mat sırlar ise parlak sırlardan daha yüksek viskoziteye sahip olduğu için toplanmaya daha meyillidirler. Yüksek oranda alüminyum içeren sırlarda yüksek viskoziteye sahiptir ve bu yüzden toplanmaya yatkındırlar. Aynı zamanda kurşunsuz sırlar, düşük çözünürlüğü olan kurşunlu sırlara göre daha çok toplanma eğilimi gösterir.⁵⁵ Yüksek kil, kalsiyum borat ve kolemanit içeren mat sırlarda da, yüksek viskoziteye sahip olması sebebiyle yaygın olarak toplanma görülür.

Toplanma, sırnın bisküviye gerektiği gibi yapışmaması sonucunda meydana gelir. Bunun en sık rastlanma sebebi, sırnın kirli, tozlu ya da yağlı seramik yüzeylere uygulanmasıdır. Bünye üzerindeki toz ve yağ sırnı tamamen emilmesini engeller, sır yüzeye zayıf bir şekilde tutunur ya da hiç tutunamaz. Pişirimin ilk aşamalarında sır sinterleşmeye başladığında, sırnın tam tutunamadığı bölgelerde yüzey gevşer, çatlak ve boş bir alan bırakarak katlanabilir.

Kalın sır tabakası pişirim sırasında düzelebilmek ihtimali olan küçük çatlakları şiddetlendirip, toplanma oluşumuna sebep olur. Sır altı uygulamalarda, sır altı boya

⁵² Ateş Arcasoy, **Seramik Teknolojisi**, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anasanat Dalı Yayınları No:2, İstanbul, 1983, 232 s.

⁵³ Daniel Rhodes, **Clay and Glazes for the Potter**, Chilton Book Company, Radnor, Pennsylvania, 1973, 246 s.

⁵⁴ Emmanuel Cooper, **Cooper's Book of Glaze Recipes**, B.T. Batsford Ltd., London, 1992, 16 s.

⁵⁵ Harry Fraser, **Ceramic Faults and Their Remedies**, A & C Black Publications, London, 1995, 80 s.

çok kalın uygulanırsa, transparan sırn altında tozlu refrakter katman olarak kalır. Bu tarz yüzeylerde, eriyen sır dağılırken güçlük çeker.

“Toplanma bazen sır altı dekorlamada özellikle krom yeşili ve pembesi, kobalt mavisi ve mangan kahvesinde ortaya çıkabilir. Kuruluk olarak adlandırılan, eritici eksikliği yüzünden veya medyum eklendiği için çok yağlı hale gelmesi sebebiyle toplanma gerçekleşebilir.⁵⁶

Sırın uygulanacağı bünyenin yeterli oranda pişirilmemesi, parlak ve çok pürüzsüz bir yüzeye sahip olması da toplanma oluşumunu sağlamaktadır. Diğer bir neden ise, sırlama nedeniyle ıslak olan işten, hızlı ısı yükselmesi ile çıkan buharın etkisidir.

Kristal suyun uçması sırasında, nemli atmosferde sır nem emer ve şişer, daha sonra fırın ısınıp kurudukça sır çeker. Sır, baştan çok hızlı ısıtılırsa, nem çok çabuk çıkar ve bu nedenle sır bünye ile iyi bağdaşamaz.⁵⁷

Sırın fazla öğütülmesi koloit madde oluşturarak yüksek oranda küçülmeye neden olur ve yapışma özelliği zayıf, toz şeklinde bir sır oluşturur. Fazla öğütülmüş sırn yüksek kimyasal aktivitesi ile bünyedeki silisyum ve alüminyum sıra yüksek viskozite sağlar, bu yüzden toplanma meydana gelir. Bir başka sebep ise pişmemiş sıra zarar vererek, sırda bünye arasındaki mekanik bağın kırılmasıdır. Bu da eriyen sırn toplanmasını sağlar.⁵⁸

2.3. Krakle ve Toplanmalı Sırlarda Genleşme, Yüzey Gerilimi ve Viskozite

2.3.1. Genleşme

Bir sırn 1°C sıcaklık artımı ile gösterdiği küçülme ölçüsü genleşme katsayısı olarak kabul edilir. Bu değer çok küçüktür ve sırlarda sayılar $\times 10^{-7}$ (faktörlerde $\times 10^{-5}$) olarak verilir.⁵⁹

⁵⁶ Fraser, a.g.e., 80-81 s.

⁵⁷ Güner Sümer, **Seramik Sanayi El Kitabı**, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları No:308, Uygulamalı Güzel Sanatlar Yüksekokulu Yayınları No:1, Eskişehir, 1988, 75 s.

⁵⁸ Fraser, a.g.e., 80 s.

⁵⁹ Ateş Arcasoy, **Seramik Teknolojisi**, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anasanat Dalı Yayınları No:2, İstanbul, 1983, 208 s.

Sırın genleşme katsayısı, sırda bulunan oksitlerin genleşme katsayıları ile ilgilidir. Her metal oksidin genleşme katsayısı farklıdır. En büyük genleşme katsayısı sodyum oksidin, en düşük genleşme katsayısı magnezyum oksidindir. Genleşme katsayısını arttıran oksitler sırasıyla; Al_2O_3 , K_2O , Na_2O ve Li_2O , genleşme katsayısını düşüren oksitler sırasıyla; CaO , ZnO , MgO , SnO_2 , B_2O_3 , ve SiO_2 'tir.

Bünye ile sırın genleşme katsayıları birbirinden farklı olduğunda sırda çatlamlar oluşur. Sır soğuma aşamasında çamurdan daha fazla küçülürse, sırda çekim gerilimi oluşur. Bu, sırın genleşme katsayısının çok büyük olduğunu gösterir ve bu durumda sırda çatlaklar ortaya çıkar.

Sırın genleşme katsayısının bisküviden fazla olduğu durumlarda, sır bisküviyi iç bükey olarak bükerek, bisküvi de sırı koparmaya çalışır. Bu sebeple kılcal çatlamlar oluşur. Sırın genleşme katsayısı bisküviden küçükse, sır bisküviyi dış bükey olarak bükerek ve bisküviyi koparmaya çalışır. Bu da az sayıda dairesel çatlamlar oluşturur.⁶⁰

2.3.2. Yüzey Gerilimi

Sıvının bir yüzeyde yayılmadan, toplanıp adacıklar şeklinde dış hatlarını küçültmesine sebep olan kuvvet, yüzey gerilim kuvvetidir. Yüzey gerilimi büyük olan bir sıvı toplanmaya başlar ve küre şeklini alır. Yüzey gerilimi büyük olan sırlarda küre şeklinde bünyeden çekilip büzüşürler ve küçük adacıklar şeklinde görünüme sahip olurlar.

Seramik sırlarında yüzey gerilimi çok önemlidir. Yüzey gerilimi büyük olan sır, yüzey gerilimi küçük olan sıranın üzerine uygulandığında, artistik sırlardan olan toplanmalı sır elde edilir. Bu sırlar farklı renk veren oksitlerle renklendirilirse, görünüş özelliği açısından güzel sırlar ortaya çıkar. Sırların yüzey gerilimi 300 dyn/cm'dir. 320-380 dyn/cm'lik yüzey gerilimi olan sır, seramik yüzey üzerinde adacıklar şeklinde toplanarak, toplanmalı sırı oluşturur.

⁶⁰ H. Hüseyin Tanışan, Zeliha Mete, **Seramik Teknolojisi ve Uygulaması**, Birlik Matbaası, Söğüt, 1988, 175-176 s.

Redüksiyonlu pişirimler sırların yüzey gerilimlerini arttırır. Yüzey gerilimi arttıran oksitler şunlardır: B_2O_3 , ZnO, NiO, V_2O_5 , Al_2O_3 , MgO, SnO_2 , Cr_2O_3 . Yüzey gerilimini azaltan oksitler ise şunlardır: CaO, SrO, BaO, SiO_2 , TiO_2 , Na_2O , PbO, K_2O , Li_2O .⁶¹

2.3.3. Viskozite

Seramik sırlarının en önemli özelliklerinden birisi sırnın viskozitesidir. Sırlar belli bir derecede eriyip akışkanlığın olduğu duruma gelene kadar, az akışkan bir halde uzun süre kalırlar. Bu durum sırdaki hammaddelerin iç sürtünme güçleri ile ilgilidir, sırnın erime kabiliyetini etkiler.

Kalın olarak sırlanıp dik olarak pişirilen seramik bisküvide, sır az veya çok akar. Bu, sırnın az akışkanlık aşamasını etkileyen güçlerin büyüklüğü ve küçüklüğü ile orantılıdır. Sırnın viskozitesi sıcaklık ile ters orantılıdır, yüksek sıcaklıkta düşük viskozite görülür.

Sırnın akışkanlığı az ise viskozitesi yüksek, akışkanlığı çok ise viskozitesi düşüktür. Sırların kimyasal bileşimleri ve bu bileşimlerde yer alan bazı oksitler de viskoziteyi etkilemektedir.⁶²

Sırnın viskozitesi düşük olduğunda, sır bisküvinin eğimli yerlerinden akar ve düz yüzeylerinde birikir. Bu durumda seramik parçanın değişik yerlerinde ince veya kalın sır tabakaları oluşur. Viskozite yüksek olduğunda ise sır içinde oluşan gaz tanecikleri, sırnın içinden çıkamadığı için iğne deliği denen sır hatası oluşur.

⁶¹ Arcasoy, a.g.e., 206-207 s.

⁶² Arcasoy, a.g.e., 204 s.

3. BÖLÜM

KRAKLE VE TOPLANMALI SIR DENEMELERİ

3.1. Genel Bilgi ve Uygulamalar

Sırlarda krakle oluşumunun en önemli nedenlerinden birisi sırnın yüksek genleşme katsayısıdır. Sırda sık ve yoğun çatlaklar elde etmek için, sırnın genleşme katsayısının çamurun genleşme katsayısından yüksek olması gerekmektedir.

Toplanmalı sırların oluşumunun en önemli sebebi ise yüzey gerilimidir. Yüzey geriliminin 300 dyn/cm veya daha büyük olması durumunda sırlarda toplanma meydana gelmektedir.

Yapılan tez çalışmasında bu özellikler göz önünde bulundurularak, krakle ve toplanmalı sırların oluşumunu sağlayan uygun Seger formülleri hazırlanmıştır. Deney plakaları krakle ve toplanmalı sır oluşumunu arttırmak için 930°C gibi düşük bir derecede pişirilmiştir. 10 cm çapında yuvarlak deney plakalarına beyaz vakumlu çamur (Söğüt Seramik, 1000-1020°C), şamotlu çamur (Aslantuğla Seramik) ve kırmızı çamur olmak üzere üç çeşit bünye üzerinde, farklı bünyelerde gösterdiği sonuçlar görülmek üzere denenmiştir. Uygulama fotoğraflarında yine aynı sıralamayla yer almaktadır. Sırların kalın uygulanmasının krakle ve toplanmalı oluşumunu attırması sebebiyle yapılan denemeler deney plakalarına kalın olarak uygulanmıştır.

Pişirim sıcaklığı 1000°C olarak belirlenmiştir. Ancak pişirim derecesinin yetersiz geldiği bazı sır denemeleri 1030°C'de tekrar pişirilmiştir. Deneyler küçük boyutlu, çabuk ısınıp soğuyan elektrikli bir deney fırınında yapılmıştır. Fırının bu özelliği, hızlı ısınıp soğumasının krakle oluşumuna yaptığı olumlu etki sebebiyle avantaj sağlamıştır.

Yapılan uygulamalarda krakle sırlar kılcal çatlaklardan oluşan parlak görünümlü ince krakle, örtücü ve mat görünümlü mat krakle, alt ve üst olmak üzere iki sırnın üst üste sürülmesiyle oluşan deri kraklesi olarak üç başlık altında ele alınmıştır. Toplanmalı sırlar deri kraklesi sırlarda uygulandığı gibi alt ve üst sır olarak ve tek kat bir sır olarak, iki şekilde uygulanmıştır.

3.1.1. İnce Krakle Sır Uygulamaları

İnce krakle için yapılan denemelerde genellikle genleşme katsayısı yüksek olan alkali oksitlerden Na_2O ve K_2O ağırlıklı olarak kullanılmıştır. Na_2O 'in genleşme katsayısının K_2O 'e göre daha yüksek olması sebebiyle, Na_2O daha fazla oranlarda kullanılmıştır.

Yapılan denemelerde ZnO , CaO ve MgO seger formülünde 0,20'yi geçmeyen mol oranlarında kullanılarak parlaklığı artırıcı özellik kazandırılması amaçlanmıştır.

SiO_2 düşük genleşme katsayısı nedeniyle sırlarda az oranlarda yer almıştır. Yüksek genleşme katsayısına sahip olduğu için krakle oluşumuna katkıda bulunan Al_2O_3 değişen oranlarda deneylerde kullanılmıştır.

B_2O_3 'ün 0,30-1,00 mol oranlarında kullanılması krakle oluşumuna olumlu etki etmiştir.

* 2, 3, 4 ve 5 no'lu sır denemeleri 1030°C 'de pişirilmiştir.

İnce krakle -1



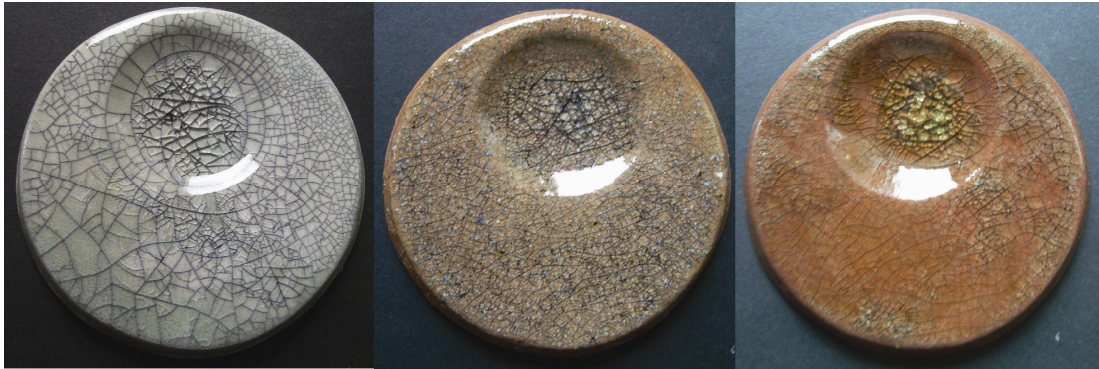
Seğer

0,70 Na ₂ O	0,10 Al ₂ O ₃	0,60 SiO ₂
0,10 K ₂ O		0,50 B ₂ O ₃
0,20 ZnO		0,08 ZrO ₂

Harman

% 23	Kalsine Soda
% 14,7	Sodyum Nitrat
% 24,1	Ortoklas
% 7	Çinko Oksit
% 26,9	Borik Asit
% 4,3	Zirkon Dioksit

İnce Krakle -2



Seğer

0,21 K ₂ O	0,17 Al ₂ O ₃	0,53 SiO ₂
0,60 Na ₂ O		0,34 B ₂ O ₃
0,19 CaO		

Harman

% 20	Potasyum Nitrat
% 20	Borik Asit
% 30	Kalsine Soda
% 10	Volastonit
% 20	Kaolen

İnce Krakle -3



Seğer

0,44 Na ₂ O	0,11 Al ₂ O ₃	0,44 SiO ₂
0,39 K ₂ O		0,89 B ₂ O ₃
0,17 MgO		

Harman

% 60 Kristal Boraks
% 20 Potas
% 5 Magnezit
% 10 Kaolen
% 5 Kuvars

İnce Krakle -4



Seğer

0,70 Na ₂ O	0,11 Al ₂ O ₃	0,39 SiO ₂
0,13 K ₂ O		0,30 B ₂ O ₃
0,17 CaO		

Harman

% 40 Kalsine Soda
% 15 Potasyum Nitrat
% 20 Borik Asit
% 10 Volastonit
% 15 Kaolen

İnce Krakle -5



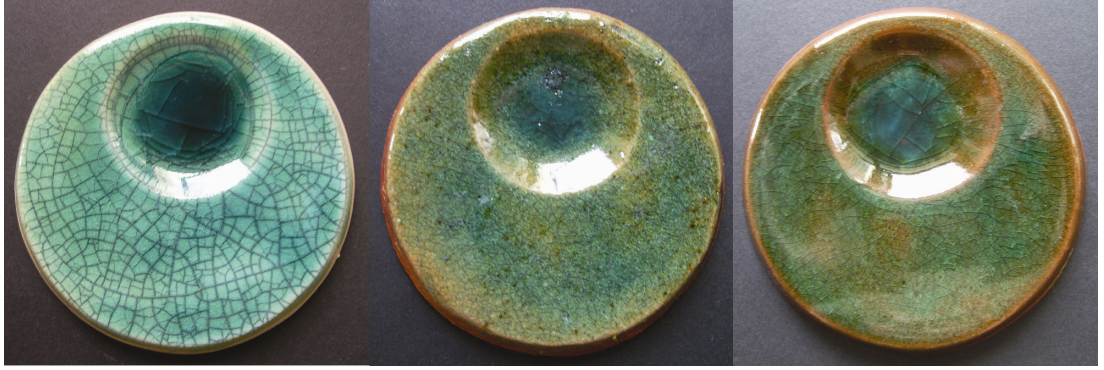
Seğer

0,35 Na ₂ O	0,16 Al ₂ O ₃	0,54 SiO ₂
0,49 K ₂ O		0,70 B ₂ O ₃
0,16 MgO		

Harman

- % 50 Kristal Boraks
- % 25 Potas
- % 5 Magnezit
- % 15 Volastonit
- % 5 Kuvars

İnce Krakle -6



Seğer

0,53 Na ₂ O	0,15 Al ₂ O ₃	0,30 SiO ₂
0,25 K ₂ O		1,00 B ₂ O ₃
0,12 MgO		0,15 ZrO ₂
0,10 ZnO		

+ % 1 CuO

Harman

- % 18,4 Kalsine Soda
- % 16,5 Potasyum Nitrat
- % 3,3 Magnezit
- % 2,7 Çinko Oksit
- % 12,6 Kaolen
- % 40,5 Borik Asit
- % 6 Zirkon Dioksit
- + % 1 Bakır Oksit

İnce Krakle -7



Seger

0,80 Na ₂ O	0,15 Al ₂ O ₃	1,00 SiO ₂
0,10 CaO		0,60 B ₂ O ₃
0,10 MgO		0,20 ZrO ₂

+ % 1 CuO

Harman

% 29 Albit
% 25,4 Kalsine Soda
% 6,8 Dolomit
% 2,2 Kuvars
% 27,5 Borik Asit
% 9,1 Zirkon Dioksit
+ % 1 Bakır Oksit

İnce Krakle -8



Seger

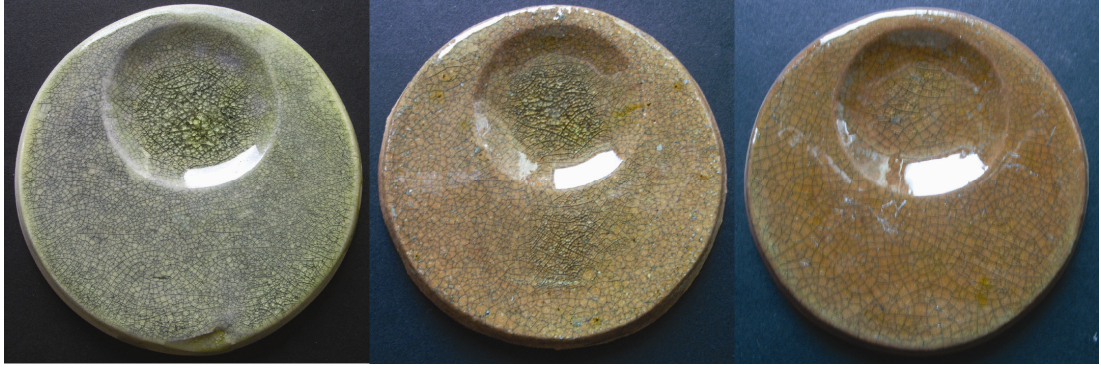
0,85 Na ₂ O	0,15 Al ₂ O ₃	0,40 SiO ₂
0,15 ZnO		0,55 B ₂ O ₃

+ % 3 Fe₂O₃

Harman

% 41,9 Kalsine Soda
% 5,6 Çinko Oksit
% 18 Kaolen
% 2,8 Kuvars
% 31,7 Borik Asit
+ % 3 Demir Oksit

İnce Krakle -9



Seğer

0,49 PbO	0,09 Al ₂ O ₃	0,56 SiO ₂
0,31 K ₂ O		
0,20 Na ₂ O		

Harman

% 50 Sülyen
% 20 Potas
% 10 Kalsine Soda
% 10 Kaolen
% 10 Kuvars

İnce Krakle -10



Seğer

0,75 PbO	0,20 Al ₂ O ₃	0,55 SiO ₂
0,15 CaO		0,20 ZrO ₂
0,10 ZnO		

Harman

% 62,8 Sülyen
% 6,4 Volastonit
% 3 Çinko Oksit
% 18,9 Kaolen
% 9 Zirkon Dioksit

3.1.2. Mat Krakle Sır Uygulamaları

Mat krakle için yapılan denemelerde seger formülü içinde ve harman dışından matlık sağlayan oksitler eklenerek başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Yüksek mol oranlarında matlık sağlayan oksitlerden ZnO'in seger formülü içinde 0,30-0,54 mol oranlarında, harman dışından %60-70 oranlarında kullanılmasıyla derin çatlaklı mat sırlar elde edilmiştir.

MgO'in seger formülü içinde 0,54'e varan yüksek mol oranlarında, harman dışından ise %25-35 oranlarında kullanılmasıyla yapılan deneylerde mat krakle oluşumu sağlanmıştır. Harman dışından MgO katkısıyla yapılan sırlarda, %10 oranında TiO₂ ilavesiyle ipek matı görünüm elde edilmiştir.

Yapılan denemelerde 0,03-0,13 mol oranlarında SnO₂ kullanılarak sırlara örtücü özellik kazandırılmıştır.

* 8, 11, 15, 16, 17, ve 19 no'lu sır denemeleri 1030°C'de pişirilmiştir.

Mat Krakle -1



Seğer

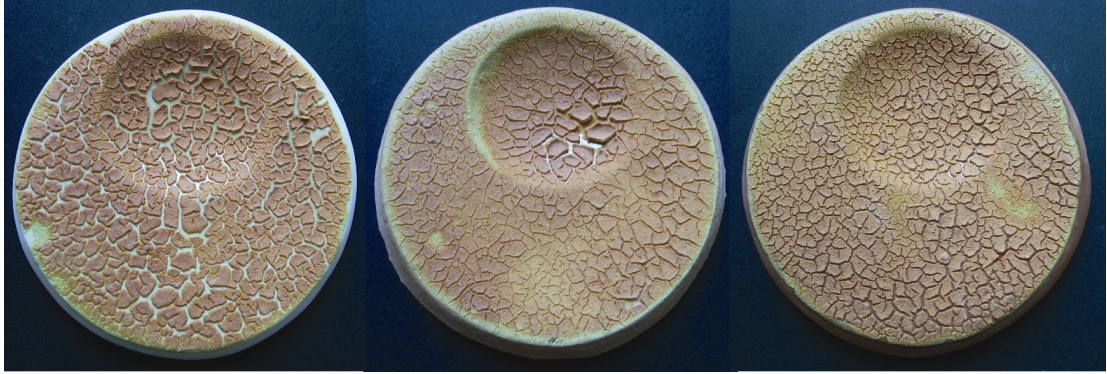
0,77 PbO	0,10 Al ₂ O ₃	0,74SiO ₂
0,23 CaO		

+ % 70 ZnO

Harman

% 68,5 Sülyen
% 9,3 Mermer
% 9,5 Kaolen
% 12,5 Kuvars
+ % 70 Çinko Oksit

Mat Krakle -2



Seğer

0,39 PbO	0,07 Al ₂ O ₃	0,13 SiO ₂
0,51 ZnO		0,05 SnO ₂
0,10 MgO		

Harman

% 55 Sülyen
% 25 Çinko Oksit
% 5 Magnezit
% 10 Kaolen
% 5 Kalay Dioksit

Mat Krakle -3



Seger

0,45 PbO	0,11 Al ₂ O ₃	0,21 SiO ₂
0,13 Na ₂ O		0,47 B ₂ O ₃
0,21 MgO		0,08 SnO ₂
0,21 CaO		

+ % 70 ZnO

Harman

% 40 Sülyen
% 20 Kristal Boraks
% 15 Dolomit
% 10 Kaolen
% 10 Borik Asit
% 5 Kalay Dioksit
+ % 70 Çinko Oksit

Mat Krakle -4



Seger

0,27 PbO	0,09 Al ₂ O ₃	0,19 SiO ₂
0,06 CaO		0,09 B ₂ O ₃
0,39 ZnO		
0,28 MgO		

Harman

% 40 Sülyen
% 10 Kolemanit
% 20 Çinko Oksit
% 15 Kaolen
% 15 Magnezit

Mat Krakle -5



Seger

0,21 Na ₂ O	0,09 B ₂ O ₃
0,10 PbO	
0,42 ZnO	
0,27 MgO	

Harman

% 20 Kalsine Soda
% 20 Sülyen
% 30 Çinko Oksit
% 10 Borik Asit
% 20 Magnezit

Mat Krakle -6



Seger

0,54 PbO	0,12 Al ₂ O ₃	0,23 SiO ₂
0,46 MgO		

Harman

% 65 Sülyen
% 15 Kaolen
% 20 Magnezit
+ % 70 Çinko Oksit

+ % 70 ZnO

Mat Krakle -7



Seger

0,39 PbO	0,07 Al ₂ O ₃	0,14 SiO ₂
0,54 MgO		0,14 B ₂ O ₃
0,07 Na ₂ O		

+ %70 ZnO

Harman

% 50 Sülyen
% 25 Magnezit
% 15 Kristal Boraks
% 10 Kaolen
+ % 70 Çinko Oksit

Mat Krakle -8



Seger

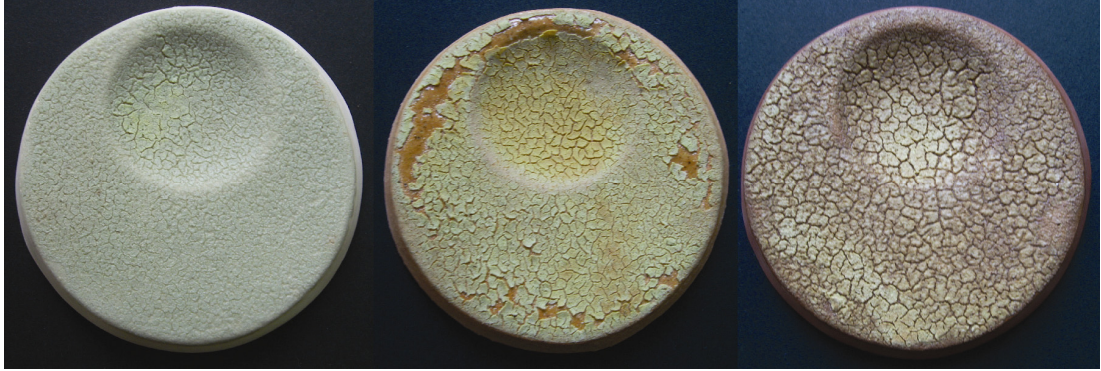
0,89 PbO	0,11 Al ₂ O ₃	1,06 SiO ₂
0,11 CaO		

+ % 25 MgO
+ % 10 TiO₂

Harman

% 70 Sülyen
% 5 Volastonit
% 10 Kaolen
% 15 Kuvars
+ % 25 Magnezit
+ % 10 Titan Dioksit

Mat Krakle -9



Seger

0,24 PbO	0,17 B ₂ O ₃
0,51 ZnO	
0,25 MgO	

Harman

% 40 Sülyen
% 30 Çinko Oksit
% 15 Magnezit
% 15 Borik Asit

Mat Krakle -10



Seger

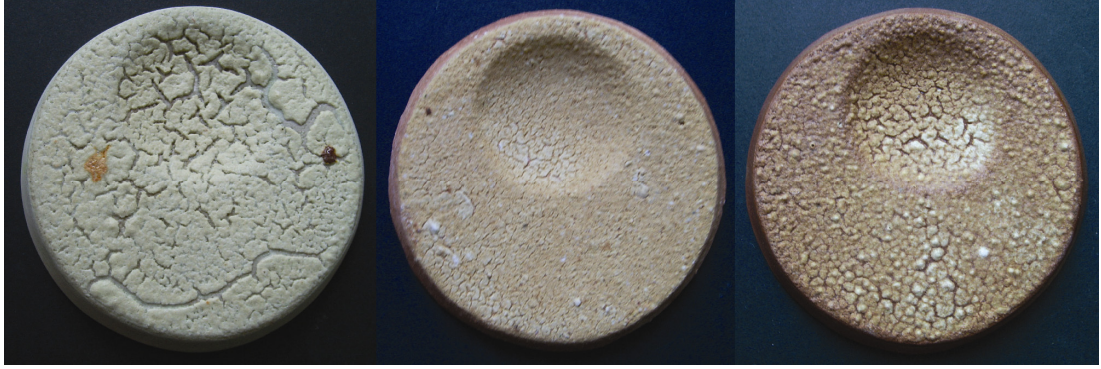
0,39 PbO	0,07 Al ₂ O ₃	0,61 SiO ₂
0,16 CaO		
0,45 ZnO		

+ % 35 MgO
+ % 10 TiO₂

Harman

% 50 Sülyen
% 10 Volastonit
% 10 Kaolen
% 20 Çinko Oksit
% 10 Kuvars
+ % 35 Magnezit
+ % 10 Titan Dioksit

Mat Krakle -11



Seger

0,34 Na ₂ O	0,05 Al ₂ O ₃	0,10 SiO ₂
0,36 MgO		0,14 B ₂ O ₃
0,30 ZnO		

Harman

% 30 Kalsine Soda
% 15 Borik Asit
% 25 Magnezit
% 10 Kaolen
% 20 Çinko Oksit

Mat Krakle -12



Seger

0,30 PbO	0,06 B ₂ O ₃
0,43 ZnO	0,03 SnO ₂
0,17 MgO	
0,03 Na ₂ O	
0,07 CaO	

Harman

% 50 Sülyen
% 25 Çinko Oksit
% 10 Magnezit
% 5 Mermer
% 7 Kristal Boraks
% 3 Kalay Dioksit

Mat Krakle -13



Seğer

0,30 PbO	0,11 Al ₂ O ₃	0,42 SiO ₂
0,16 MgO		0,14 B ₂ O ₃
0,54 ZnO		

Harman

% 40 Sülyen
% 10 Borik Asit
% 10 Talk
% 15 Kaolen
% 25 Çinko Oksit

Mat Krakle -14



Seğer

0,33 Na ₂ O	0,14 Al ₂ O ₃	0,28 SiO ₂
0,19 K ₂ O		
0,22 PbO		
0,26 CaO		

+ % 60 ZnO

Harman

% 20 Kalsine Soda
% 15 Potas
% 30 Sülyen
% 15 Mermer
% 20 Kaolen
+ % 60 Çinko Oksit

Mat Krakle -15



Seger

0,38 PbO	0,03 Al ₂ O ₃	0,06 SiO ₂
0,36 ZnO		
0,26 MgO		

Harman

% 60 Sülyen
% 20 Çinko Oksit
% 15 Magnezit
% 5 Kaolen

Mat Krakle -16



Seger

0,46 PbO	0,08 Al ₂ O ₃	0,65 SiO ₂
0,17 CaO		
0,37 ZnO		

+ % 30 MgO
+ % 10 TiO₂

Harman

% 55 Sülyen
% 10 Volastonit
% 10 Kaolen
% 15 Çinko Oksit
% 10 Kuvars
+ % 30 Magnezit
+ % 10 Titan Dioksit

Mat Krakle -17



Seger

0,37 PbO	0,17 B ₂ O ₃
0,02 Na ₂ O	0,05 SnO ₂
0,42 ZnO	
0,10 MgO	
0,09 CaO	

Harman

- % 50 Sülyen
- % 10 Borik Asit
- % 5 Kristal Boraks
- % 20 Çinko Oksit
- % 5 Magnezit
- % 5 Mermer
- % 5 Kalay Dioksit

Mat Krakle -18



Seger

0,44 PbO	0,07 Al ₂ O ₃	0,14 SiO ₂
0,34 ZnO		0,07 B ₂ O ₃
0,22 MgO		0,05 SnO ₂

Harman

- % 55 Sülyen
- % 15 Çinko Oksit
- % 10 Magnezit
- % 5 Borik Asit
- % 10 Kaolen
- % 5 Kalay Dioksit

Mat Krakle -19



Seğer

0,32 PbO	0,07 Al ₂ O ₃	0,15 SiO ₂
0,22 Na ₂ O		0,13 SnO ₂
0,35 ZnO		
0,11 MgO		

Harman

- % 40 Sülyen
- % 20 Sodyum Nitrat
- % 15 Çinko Oksit
- % 5 Magnezit
- % 10 Kaolen
- % 10 Kalay Dioksit

3.1.3. Deri Kraklesi Sır Uygulamaları

İki farklı sırnın üst üste kullanılmasıyla oluşan deri kraklesi sır denemelerinde alt sırlarda PbO ve alkali oksitlerden Na₂O ve K₂O'ın değişen yüksek oranlarda kullanılmasıyla parlak basit sırlar elde edilmiştir. Renk veren oksitlerden, %1-2 oranlarında CuO ve %2-3 oranlarında Fe₂O₃ kullanılarak üstteki deri kraklesi sır belirginleştirilmeye çalışılmıştır.

Üst sırlarda ise seger formülü içinde ve harman dışından, deri dokusu oluşumunu sağlayan MgO ve ZnO değişen yüksek oranlarda kullanılarak, çatlakları derin ve birbirinden ayrı duran başarılı deri kraklesi sırlar elde edilmiştir.

Seger formülü içinde 0,25-0,67 mol oranlarında ZnO, 0,10-0,72 mol oranlarında MgO, harman dışından %60-70 oranlarında ZnO, %40 oranında MgO ve %10-15 oranlarında TiO₂ katkısı ile başarılı deri kraklesi sırların oluşumu sağlanmıştır.

Deri Kraklesi -1



-Alt Sır-

Seger

0,80 PbO	0,17 Al ₂ O ₃	1,50 SiO ₂
0,20 ZnO		0,30 ZrO ₂

+ % 1 CuO

Harman

% 52,4 Sülyen
% 4,6 Çinko Oksit
% 12,5 Kaolen
% 19,9 Kuvars
% 10,6 Zirkon Dioksit
+ % 1 Bakır Oksit

-Üst Sır-

Seger

0,60 PbO	0,10 Al ₂ O ₃	1,00 SiO ₂
0,10 Na ₂ O		
0,20 CaO		
0,10 MgO		

+ % 70 ZnO

Harman

% 56,7 Sülyen
% 21,6 Albit
% 7,6 Dolomit
% 4,1 Kalsit
% 10 Kuvars
+ % 70 Çinko Oksit

Deri Kraklesi -2



-Alt Sır-

Seger

0,55 PbO	0,12 Al ₂ O ₃	1,00 SiO ₂
0,30 K ₂ O		0,20 ZrO ₂
0,15 CaO		

+ % 1 CuO

Harman

% 45,2 Sülyen
% 24 Ortoklas
% 13 Potasyum Nitrat
% 6,2 Volastonit
% 2,8 Kuvars
% 8,8 Zirkon Dioksit
+ % 1 Bakır Oksit

-Üst Sır-

Seger

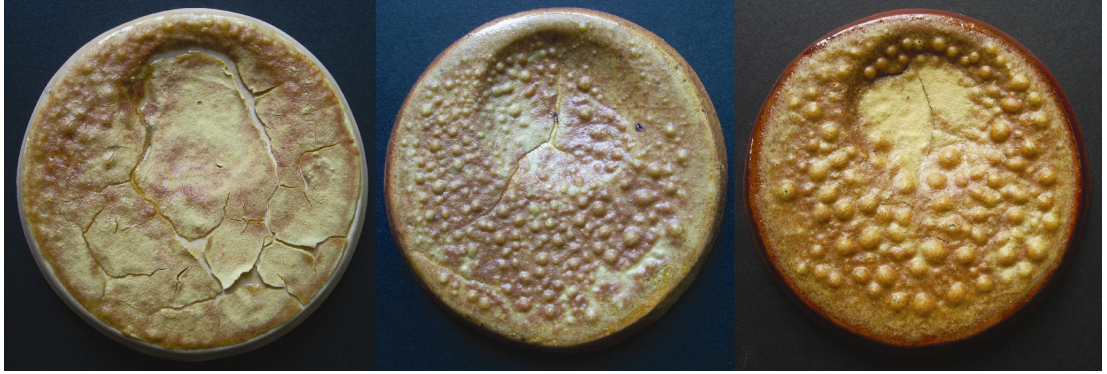
0,60 PbO	0,12 Al ₂ O ₃	1,20 SiO ₂
0,10 Na ₂ O		
0,20 MgO		
0,10 CaO		

+ % 65 ZnO

Harman

% 51 Sülyen
% 6,3 Sodyum Nitrat
% 6,8 Dolomit
% 3,1 Magnezit
% 11,5 Kaolen
% 21,4 Kuvars
+ % 65 Çinko Oksit

Deri Kraklesi -3



-Alt Sır-

Seger

0,80 Na ₂ O	0,15 Al ₂ O ₃	1,50 SiO ₂
0,10 CaO		0,50 B ₂ O ₃
0,10 ZnO		

+ % 3 Fe₂O₃

Harman

% 27,6 Albit
% 24,2 Kalsine Soda
% 3,5 Mermer
% 2,8 Çinko Oksit
% 13,6 Kaolen
% 6,3 Kuvars
% 21,8 Borik Asit
+ % 3 Demir Oksit

-Üst Sır-

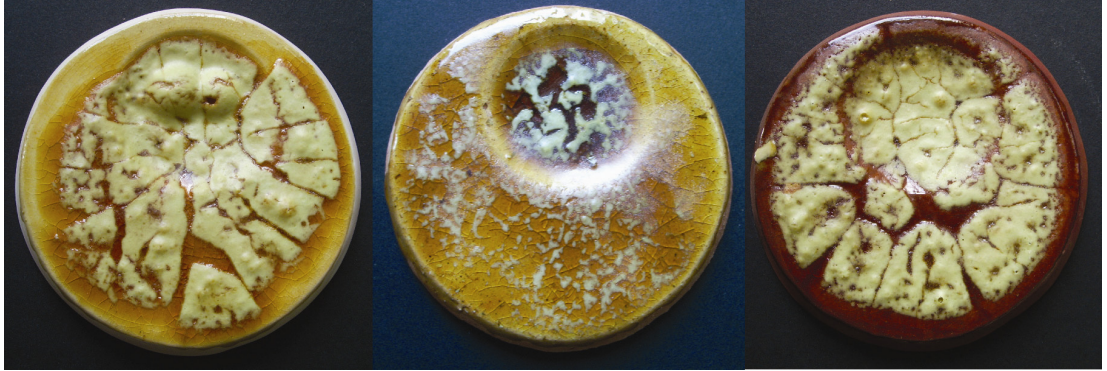
Seger

0,26 PbO	0,09 Al ₂ O ₃	0,18 SiO ₂
0,38 ZnO		0,06 B ₂ O ₃
0,36 MgO		

Harman

% 40 Sülyen
% 20 Çinko Oksit
% 20 Magnezit
% 15 Kaolen
% 5 Borik Asit

Deri Kraklesi -4



-Alt Sır-

Seger

0,74 PbO	0,17 Al ₂ O ₃	1,31 SiO ₂
0,26 CaO		

+ % 3 Fe₂O₃

Harman

% 60 Sülyen
% 15 Kuvars
% 15 Kaolen
% 10 Volastonit
+ % 3 Demir Oksit

-Üst Sır-

Seger

0,29 PbO	0,07 Al ₂ O ₃	0,47 SiO ₂
0,25 MgO		0,14 B ₂ O ₃
0,46 ZnO		

Harman

% 38 Sülyen
% 10 Borik Asit
% 20 Talk
% 10 Kaolen
% 22 Çinko Oksit

Deri Kraklesi -5



-Alt Sır-

Seger

0,38 PbO	0,15 Al ₂ O ₃	0,45 SiO ₂
0,52 Na ₂ O		
0,10 CaO		

+ % 3 Fe₂O₃

Harman

% 43,5 Sülyen
% 27,6 Kalsine Soda
% 5 Mermer
% 19,4 Kaolen
% 4,5 Kuvarts
+ % 3 Demir Oksit

-Üst Sır-

Seger

0,18 PbO	0,20 SiO ₂
0,67 MgO	0,15 B ₂ O ₃
0,15 CaO	0,07 ZrO ₂

Harman

% 28,2 Sülyen
% 18,9 Dolomit
% 12,9 Talk
% 21,3 Magnezit
% 12,7 Borik Asit
% 5,9 Zirkon Dioksit

Deri Kraklesi -6



-Alt Sır-

Seger

0,60 PbO	0,18 Al ₂ O ₃	1,80 SiO ₂
0,25 Na ₂ O		0,30 B ₂ O ₃
0,15 CaO		

+ % 3 Fe₂O₃

Harman

% 39,4 Sülyen
% 7,6 Kalsine Soda
% 4,3 Mermer
% 13,3 Kaolen
% 24,8 Kuvars
% 10,7 Borik Asit
+ % 3 Demir Oksit

-Üst Sır-

Seger

0,20 PbO	0,15 Al ₂ O ₃	1,50 SiO ₂
0,15 Na ₂ O		
0,40 ZnO		
0,25 CaO		

+ % 40 MgO

Harman

% 19,1 Sülyen
% 10,7 Sodyum Nitrat
% 13,5 Çinko Oksit
% 10,4 Mermer
% 16,2 Kaolen
% 30 Kuvars
+ % 40 Magnezit

Deri Kraklesi -7



-Alt Sır-

Seger

0,47 PbO	0,11 Al ₂ O ₃	1,39 SiO ₂
0,53 Na ₂ O		0,08 SnO ₂

+ % Fe₂O₃

Harman

% 40 Sülyen
% 20 Kalsine Soda
% 10 Kaolen
% 25 Kuvars
% 5 Kalay Dioksit
+ % 3 Demir Oksit

-Üst Sır-

Seger

0,22 PbO	0,14 Al ₂ O ₃	0,76 SiO ₂
0,07 Na ₂ O		
0,71 MgO		

+ % 10 TiO₂

Harman

% 30 Sülyen
% 20 Albit
% 13 Talk
% 27 Magnezit
% 10 Kaolen
+ % 10 Titan Dioksit

Deri Kraklesi -8



-Alt Sır-

Seger

0,34 PbO	0,12 Al ₂ O ₃	0,58 SiO ₂
0,56 Na ₂ O		
0,10 CaO		

+ % 2 Fe₂O₃

Harman

% 40 Sülyen
% 30 Kalsine soda
% 15 Kaolen
% 5 Mermer
% 10 Kuvars
+ % 2 Demir Oksit

-Üst Sır-

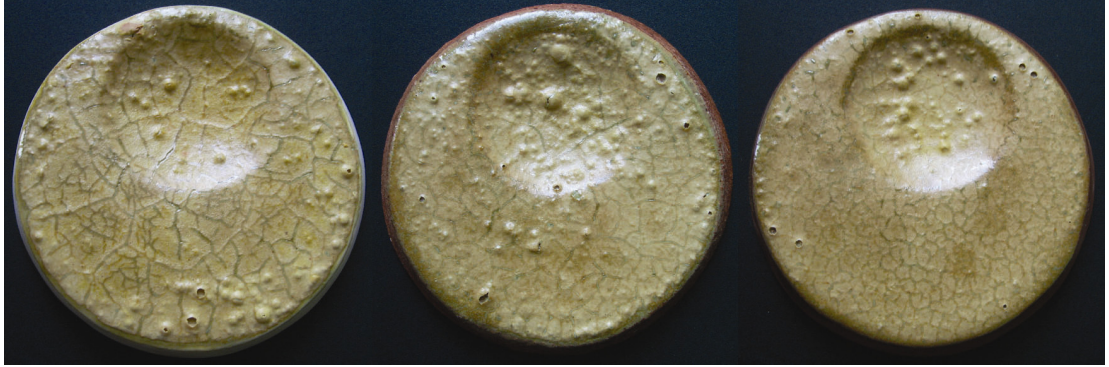
Seger

0,09 PbO	0,26 SiO ₂
0,05 Na ₂ O	0,10 B ₂ O ₃
0,72 MgO	0,05 ZrO ₂
0,14 CaO	

Harman

% 15 Sülyen
% 15 Kristal Boraks
% 20 Dolomit
% 25 Magnezit
% 20 Talk
% 5 Zirkon Dioksit

Deri Kraklesi -9



-Alt Sır-

Seger

0,47 PbO	0,11 Al ₂ O ₃	1,39 SiO ₂
0,53 Na ₂ O		0,08 SnO ₂

+ % 3 Fe₂O₃

Harman

% 40 Sülyen
% 20 Kalsine Soda
% 10 Kaolen
% 25 Kuvars
% 5 Kalay Dioksit
+ % 3 Demir Oksit

-Üst Sır-

Seger

0,25 PbO	0,05 Al ₂ O ₃	0,10 SiO ₂
0,19 Na ₂ O		0,08 SnO ₂
0,25 ZnO		
0,30 MgO		

Harman

% 37 Sülyen
% 20 Sodyum Nitrat
% 13 Çinko Oksit
% 15 Magnezit
% 8 Kaolen
% 7 Kalay Dioksit

Deri Kraklesi -10



-Alt Sır-

Seger

0,47 PbO	0,11 Al ₂ O ₃	1,39 SiO ₂
0,53 Na ₂ O		0,08 SnO ₂
+ % 3 Fe ₂ O ₃		

Harman

% 40 Sülyen
% 20 Kalsine Soda
% 10 Kaolen
% 25 Kuvars
% 5 Kalay Dioksit
+ % 3 Demir Oksit

-Üst Sır-

Seger

0,40 PbO	0,07 Al ₂ O ₃	0,14 SiO ₂
0,28 ZnO		0,07 B ₂ O ₃
0,32 MgO		0,03 SnO ₂

Harman

% 53 Sülyen
% 13 Çinko Oksit
% 16 Magnezit
% 5 Borik Asit
% 10 Kaolen
% 3 Kalay Dioksit

Deri Kraklesi -11



-Alt Sır-

Seger

1,00 PbO	0,15 Al ₂ O ₃	1,58 SiO ₂
		0,27 SnO ₂

+ % 3 Fe₂O₃

Harman

% 60 Sülyen

% 10 Kaolen

% 20 Kuvars

% 10 Kalay Dioksit

+ % 3 Demir Oksit

-Üst Sır-

Seger

0,30 PbO	0,16 SiO ₂
0,12 Na ₂ O	
0,12 MgO	
0,20 CaO	
0,26 ZnO	

+ % 15 TiO₂

Harman

% 50 Sülyen

% 10 Kalsine Soda

% 10 Talk

% 15 Kalsit

% 15 Çinko Oksit

+ % 15 Titan Dioksit

Deri Kraklesi -12



-Alt Sır-

Seger

0,80 PbO	0,18 Al ₂ O ₃	2,00 SiO ₂
0,20 CaO		

+ % 3 Fe₂O₃

Harman

% 54 Sülyen
% 6,8 Volastonit
% 13,7 Kaolen
% 25,4 Kuvars
+ % 3 Demir Oksit

-Üst Sır-

Seger

0,65 PbO	0,10 Al ₂ O ₃	1,00 SiO ₂
0,25 CaO		
0,10 MgO		

+ % 70 ZnO

Harman

% 58,1 Sülyen
% 7,2 Dolomit
% 5,9 Kalsit
% 10,1 Kaolen
% 18,7 Kuvars
+ % 70 Çinko Oksit

Deri Kraklesi -13



-Alt Sır-

Seger

0,80 PbO	0,17 Al ₂ O ₃	1,50 SiO ₂
0,20 ZnO		0,30 ZrO ₂

+ % 2 CuO

Harman

% 52,4 Sülyen
% 4,6 Çinko Oksit
% 12,5 Kaolen
% 19,9 Kuvars
% 10,6 Zirkon Dioksit
+ % 2 Bakır Oksit

-Üst Sır-

Seger

0,70 PbO	0,10 Al ₂ O ₃	1,00 SiO ₂
0,15 CaO		
0,15 MgO		

+ % 60 ZnO

Harman

% 61,3 Sülyen
% 10,5 Dolomit
% 9,9 Kaolen
% 18,3 Kuvars
+ % 60 Çinko Oksit

Deri Kraklesi -14



-Alt Sır-

Seger

0,36 PbO	0,22 Al ₂ O ₃	1,25 SiO ₂
0,33 Na ₂ O		
0,19 K ₂ O		
0,11 CaO		

+ % 3 Fe₂O₃

Harman

% 30 Sülyen
% 20 Sodyum Nitrat
% 10 Potas
% 20 Kaolen
% 15 Kuvars
% 5 Volastonit
+ % 3 Demir Oksit

-Üst Sır-

Seger

0,36 Na ₂ O	0,04 Al ₂ O ₃	0,57 SiO ₂
0,64 MgO		0,18 TiO ₂
		0,20 B ₂ O ₃

Harman

% 30 Sodyum Nitrat
% 10 Albit
% 20 Talk
% 18 Magnezit
% 8 Titan Dioksit
% 14 Borik Asit

Deri Kraklesi -15



-Alt Sır-

Seğer

0,53 PbO	0,12 Al ₂ O ₃	0,50 SiO ₂
0,32 K ₂ O		0,05 ZrO ₂
0,15 CaO		

+ % 1 CuO

Harman

% 47,8 Sülyen
% 25,5 Potasyum Nitrat
% 5,9 Mermer
% 12,2 Kaolen
% 6,1 Kuvars
% 2,4 Zirkon Dioksit
+ % 1 Bakır Oksit

-Üst Sır-

Seğer

0,20 PbO	0,12 SiO ₂
0,55 MgO	0,20 B ₂ O ₃
0,25 ZnO	0,10 ZrO ₂

+ % 10 TiO₂

Harman

% 29,7 Sülyen
% 9,8 Talk
% 23,4 Magnezit
% 13,1 Çinko Oksit
% 16 Borik Asit
% 8 Zirkon Dioksit
+ % 10 Titan Dioksit

3.1.4. Toplanmalı Sır Uygulamaları

Toplanmalı sırlarda alt ve üst sırdan oluşan ve tek kat şeklinde uygulanan sırlar olmak üzere iki şekilde uygulama yapılmıştır.

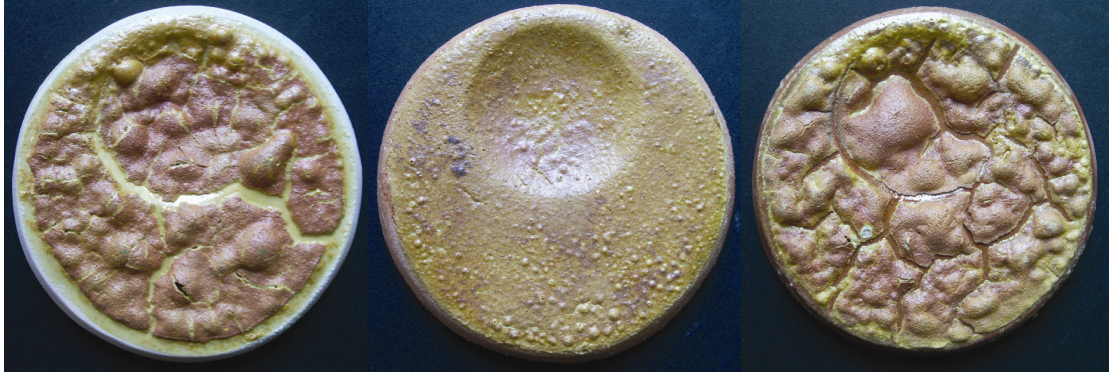
Büyük yüzey gerilimine sahip olan MgO'in seger formülü içinde 0,18'den 0,80'e kadar artan mol oranlarında kullanılmasıyla sırlarda toplanma elde edilmiştir. Değişen oranlarda MgO harman dışından da sırlara eklenerek başarılı sonuçlar alınmıştır.

Toplanmalı sırların oluşumunda etkili olan büyük yüzey gerilimine sahip diğer oksitlerden CaO, ZnO, Al₂O₃ ve SnO₂'de deneylerde kullanılmış ve toplanma elde edilmiştir.

Toplanma oluşumunda en başarılı sonuçlar MgO katkılı sırlarla sağlanmıştır.

* 4 ve 9 no'lu sır denemeleri 1030°C'de pişirilmiştir.

Toplanmalı -1



-Alt Sır-

Seger

0,47 PbO	0,11 Al ₂ O ₃	1,39 SiO ₂
0,53 Na ₂ O		0,08 SnO ₂

+ % 3 Fe₂O₃

Harman

% 40 Sülyen
% 20 Kalsine Soda
% 10 Kaolen
% 25 Kuvars
% 5 Kalay Dioksit
+ % 3 Demir Oksit

-Üst Sır-

Seger

0,64 PbO	0,14 Al ₂ O ₃	0,27 SiO ₂
0,18 MgO		0,07 SnO ₂
0,18 CaO		

+ % 20 MgO

Harman

% 65 Sülyen
% 15 Kaolen
% 15 Dolomit
% 5 Kalay Dioksit
+ % 20 Magnezit

Toplanmalı -2



-Alt Sır-

Seger

1,00 PbO	0,14 Al ₂ O ₃	1,79 SiO ₂
----------	-------------------------------------	-----------------------

Harman

% 65 Sülyen
% 10 Kaolen
% 25 Kuvars

-Üst Sır-

Seger

0,18 PbO	0,04 Al ₂ O ₃	0,42 SiO ₂
0,80 MgO		
0,01 Na ₂ O		

Harman

% 30 Sülyen
% 20 Talk
% 35 Magnezit
% 5 Kaolen
% 5 Albit

Toplanmalı -3



-Alt Sır-

Seger

1,00 PbO	0,14 Al ₂ O ₃	1,79 SiO ₂
----------	-------------------------------------	-----------------------

Harman

% 65 Sülyen
% 10 Kaolen
% 25 Kuvars

-Üst Sır-

Seger

0,28 PbO	0,19 Al ₂ O ₃	0,74 SiO ₂
0,72 MgO		

Harman

% 35 Sülyen
% 20 Talk
% 20 Magnezit
% 25 Kaolen

Toplanmalı -4



-Alt Sır-

Seger

1,00 PbO	0,14 Al ₂ O ₃	1,79 SiO ₂
----------	-------------------------------------	-----------------------

Harman

% 65 Sülyen
% 10 Kaolen
% 25 Kuvars

-Üst Sır-

Seger

0,20 PbO	0,40 Al ₂ O ₃	1,49 SiO ₂
0,17 Na ₂ O		0,43 B ₂ O ₃
0,29 CaO		0,09 SnO ₂
0,34 ZnO		

Harman

% 15 Sülyen
% 30 Albit
% 20 Kolemanit
% 20 Kaolen
% 10 Çinko Oksit
% 5 Kalay Dioksit

Toplanmalı -5



Seger

0,40 Na ₂ O	0,05 Al ₂ O ₃	0,10 SiO ₂
0,29 MgO		0,15 B ₂ O ₃
0,30 ZnO		

Harman

% 35 Kalsine Soda
% 15 Borik Asit
% 20 Magnezit
% 10 Kaolen
% 20 Çinko Oksit

Toplanmalı -6



Seger

0,19 PbO	0,38 Al ₂ O ₃	1,41 SiO ₂
0,16 Na ₂ O		0,49 B ₂ O ₃
0,32 CaO		
0,32 ZnO		

Harman

% 15 Sülyen
% 30 Albit
% 25 Kolemanit
% 20 Kaolen
% 10 Çinko Oksit

Toplanmalı -7



Seger

0,20 PbO	0,09 Al ₂ O ₃	0,68 SiO ₂
0,06 Na ₂ O		
0,74 MgO		

Harman

- % 30 Sülyen
- % 20 Albit
- % 15 Talk
- % 30 Magnezit
- % 5 Kaolen

Toplanmalı -8



Seger

0,12 PbO	0,51 Al ₂ O ₃	1,88 SiO ₂
0,21 Na ₂ O		0,45 B ₂ O ₃
0,30 CaO		
0,36 ZnO		

Harman

- % 10 Sülyen
- % 35 Albit
- % 20 Kolemanit
- % 25 Kaolen
- % 10 Çinko Oksit

Toplanmalı -9



Seger

0,26 PbO	0,34 Al ₂ O ₃	1,37 SiO ₂
0,17 Na ₂ O		0,34 B ₂ O ₃
0,23 CaO		0,20 SnO ₂
0,34 ZnO		

Harman

- % 20 Sülyen
- % 30 Albit
- % 15 Kolemanit
- % 15 Kaolen
- % 10 Çinko Oksit
- % 10 Kalay Dioksit

SONUÇ

İlk gerçek sırlı yüzey M.Ö. 5000 civarında Mısırlılar tarafından bulunmuş ve seramik ürüne dayanıklılık kazandırmak amacı ile kullanılmıştır. Sırlar, endüstriyel ve artistik amaçlarla kullanılmaktadır. Artistik sırlar seramik ürünlere renk ve doku özellikleri kazandırarak sanatsal değerini artırır. Endüstriyel üretimde sırların hatasız olması istenirken, artistik sırlarda rastlantısal yada bilinçli olarak yapılan hatalar ürüne değer katması sebebiyle özellikle istenir.

Ağ şeklinde çatlaklardan oluşan krakle sırlar ve erime sırasında sırnın seramik ürün üzerinde alttaki sır veya bünye görünecek şekilde çıplak alanlar bırakarak toplanmasıyla oluşan toplanmalı sırlar artistik sırlar içinde yer almaktadır.

Yapılan araştırmada sır denemeleri, farklı bünyelerde gösterdiği sonuçları görmek amacıyla beyaz vakumlu çamur, kırmızı çamur, şamotlu çamur olmak üzere üç çeşit bünye üzerinde denenmiştir. Pişirim sıcaklığının en çok kullanılan sıcaklık olan 1000°C'de yapılmasına karar verilmiştir. Pişirim derecesinin yetersiz geldiği bazı sır denemeleri 1030°C'de tekrar pişirilmiş ve olumlu sonuçlar alınmıştır.

Krakle sır denemelerinde, yüksek oranda Na₂O ve K₂O içeren borlu sırlarda ince çatlaklı krakle sırlar elde edilmiştir. Bu alkalili sırlara değişen oranlarda eklenen PbO sıra sarımsı bir renk vermiştir. Deri kraklesi sırlar iki kat sır ile çalışılmıştır. Altta normal, parlak bir sır, üstte MgO, ZnO, CaO gibi deri kraklesi oluşumunu sağlayan ve artan oranlarda kullanıldığında sıra matlık veren oksitler kullanılarak başarılı deri kraklesi sırlar elde edilmiştir. Mat krakle sırlarda harman içinde ve harman dışından eklenerek, artan oranlarda sırda matlık sağlayan oksitlerden en sık olarak ZnO ve MgO kullanılmış ve başarılı mat krakle sırlar elde edilmiştir.

Toplanmalı sır denemelerinde ise büyük yüzey gerilimine sahip oksitlerden MgO sırda toplanmayı arttırmak için değişen oranlarda kullanılmış ve başarılı sonuçlar alınmıştır. Büyük yüzey gerilimine sahip olan diğer oksitlerden CaO, Al₂O₃, ZnO ve SnO₂ ile de olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Sır kalın olarak uygulandığında sırn direncinin azalmasının krakle ve toplanmalı sırların oluşumunu arttırması sebebiyle, yapılan denemelerde sır çamur bünye üzerine kalın bir tabaka halinde uygulanmıştır.

EKLER

EK 1 Sır Yapımında Kullanılan Oksitlerin Yüzey Gerilim Faktörleri

Yüzey Gerilim Faktörleri (Dyn / cm) :	
Al ₂ O ₃	: 6,2
B ₂ O ₃	: 0,8
BaO	: 3,7
CaF ₂	: 3,7
CoO	: 4,5
CaO	: 4,8
Fe ₂ O ₃	: 4,5
K ₂ O	: 0,1
Li ₂ O	: 4,6
MnO	: 4,5
MgO	: 6,6
Na ₂ O	: 1,5
NiO	: 4,5
PbO	: 1,2
SiO ₂	: 3,4
TiO ₂	: 3,0
V ₂ O ₅	: -6,1
ZnO	: 4,7
ZrO ₂	: 4,1

Kaynak: Arcasoy, Ateş; **Seramik Teknolojisi**, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anasanat Dalı Yayınları No:2, İstanbul, 1983, 207 s.

EK 2 Sır Yapımında Kullanılan Oksitlerin Genleşme Katsayıları

Oksitlerin Genleşme Katsayıları ($\times 10^{-5}$)	
Al ₂ O ₃	: 5,0
Al ₂ F ₃	: 4,4
B ₂ O ₃	: 0,1
BaO	: 3,0
CaO	: 5,0
CaF ₂	: 2,5
CoO	: 4,4
Cr ₂ O ₃	: 5,1
CuO	: 2,2
Fe ₂ O ₃	: 4,0
K ₂ O	: 8,5
Li ₂ O	: 16,5
MgO	: 1,0
MnO	: 2,2
Na ₂ O	: 10,0
NaF	: 7,4
NiO	: 4,0
PbO	: 3,0
SiO ₂	: 0,8
Sb ₂ O ₃	: 3,6
SnO ₂	: 2,0
SrO	: 6,2
TiO ₂	: 4,1
ZnO	: 1,8
ZrO ₂	: 2,1

Kaynak: Arcasoy, Ateş; **Seramik Teknolojisi**, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anasanat Dalı Yayınları No:2, İstanbul, 1983, 212 s.

EK 3 Oksitlerin Mol Ağırlıkları

Alüminyum oksit	Al_2O_3	102,2
Antimon tri oksit	SbO_3	291,6
Antimon penta oksit	Sb_2O_5	323,6
Antimon tetra oksit	Sb_2O_4	307,6
Arsen tri oksit	As_2O_3	197,9
Arsen penta oksit	As_2O_5	230,0
Baryum oksit	BaO	153,4
Bor oksit	B_2O_3	69,6
Bizmut oksit	Bi_2O_3	466,4
Bakır oksit	CuO	79,6
Bakır oksidul	Cu_2O	143,1
Demir oksidul	FeO	71,8
Demir oksit	Fe_2O_3	159,7
Demir ferri oksit	Fe_3O_4	231,5
Fosforik asit (anhidrit)	P_2O_3	110,1
Fosfor asit (anhidrit)	P_2O_5	142,1
Kobalt oksidul	CoO	75,0
Kobalt oksit	Co_2O_3	165,9
Kobalt oksidul oksit	Co_3O_4	240,9
Kalsiyum oksit	CaO	56,1
Krom oksit	Cr_2O_3	152,2
Kurşun oksit	PbO	223,2
Kurşun dioksit	PbO_2	239,2
Kükürt dioksit	SO_2	64,1
Kükürt asit (anhidrit)	SO_2	80,1
Kalay oksidul	SnO	134,7
Kalay oksit	SnO_2	150,7
Magnezyum oksit	MgO	40,3
Mangan oksidul	MnO	70,9
Mangan oksit	Mn_2O_3	157,9
Mangan oksidul oksit	Mn_3O_4	228,9
Mangan dioksit	MnO_2	86,9
Nikel oksit	Ni_2O_3	165,4

Sodyum oksit	Na ₂ O	62,0
Sülyen	Pb ₃ O ₄	685,6
Selen dioksit	SeO ₂	111,2
Stronsiyum oksit	SrO	103,6
Silisyum dioksit	SiO ₂	60,3
Uran dioksit	UO ₂	270,2
Uran oksit	UO ₃	286,2
Zirkon oksit	ZrO ₂	123,2
Gümüş oksit	Ag ₂ O	231,8
Çinko oksit	ZnO	81,4

Kaynak: Arcasoy, Ateş; **Seramik Teknolojisi**, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anasanat Dalı Yayınları No:2, İstanbul, 1983, 270 s.

EK 4 Denemelerin Yüzey Gerilim ve Genleşme Hesaplamaları

* Kalay dioksit (SnO_2) içeren sır denemelerinin yüzey gerilimi hesaplamalarında kalay dioksit, yüzey gerilim faktörünün kaynaklarda yer almaması nedeniyle hesaplama dışında tutulmuştur.

İnce Krakle Sır Denemeleri

	Yüzey Gerilimi (dyn/cm)	Genleşme Katsayısı	
1.	248.3	$4.044 \cdot 10^{-5}$	$404 \cdot 10^{-7}$
2.	244.1	$5.034 \cdot 10^{-5}$	$503 \cdot 10^{-7}$
3.	173.3	$3.955 \cdot 10^{-5}$	$395 \cdot 10^{-7}$
4.	230.1	$5.485 \cdot 10^{-5}$	$548 \cdot 10^{-7}$
5.	192.3	$4.233 \cdot 10^{-5}$	$423 \cdot 10^{-7}$
6.	209.9	$3.585 \cdot 10^{-5}$	$358 \cdot 10^{-7}$
7.	275.2	$3.523 \cdot 10^{-5}$	$352 \cdot 10^{-7}$
8.	238.3	$4.545 \cdot 10^{-5}$	$454 \cdot 10^{-7}$
9.	180.9	$3.989 \cdot 10^{-5}$	$398 \cdot 10^{-7}$
10.	232.6	$2.821 \cdot 10^{-5}$	$282 \cdot 10^{-7}$

Mat Krakle Sır Denemeleri

	Yüzey Gerilimi (dyn/cm)	Genleşme Katsayısı	
1.	138.2	$2.785.10^{-5}$	278.10^{-7}
2.	*264.7	$2.559.10^{-5}$	255.10^{-7}
3.	*203.3	$2.750.10^{-5}$	275.10^{-7}
4.	308.3	$2.411.10^{-5}$	241.10^{-7}
5.	326.3	$3.120.10^{-5}$	312.10^{-7}
6.	236.5	$2.740.10^{-5}$	274.10^{-7}
7.	374.8	$2.669.10^{-5}$	266.10^{-7}
8.	198.2	$2.624.10^{-5}$	262.10^{-7}
9.	286.7	$2.108.10^{-5}$	210.10^{-7}
10.	276.3	$2.477.10^{-5}$	247.10^{-7}
11.	377.7	$3.722.10^{-5}$	372.10^{-7}
12.	*262.1	$2.587.10^{-5}$	258.10^{-7}
13.	300.6	$2.224.10^{-5}$	222.10^{-7}
14.	231.2	$4.973.10^{-5}$	497.10^{-7}
15.	259.5	$2.561.10^{-5}$	256.10^{-7}
16.	260.2	$2.544.10^{-5}$	254.10^{-7}
17.	*228.1	$2.504.10^{-5}$	250.10^{-7}
18.	*243.9	$2.528.10^{-5}$	252.10^{-7}
19.	*254.1	$3.177.10^{-5}$	317.10^{-7}

Deri Kraklesi Sır Denemeleri

	Yüzey Gerilimi (dyn/cm)		Genleşme Katsayısı	
1.	Alt Sır	252.2	$2.362 \cdot 10^{-5}$	$236 \cdot 10^{-7}$
	Üst Sır	229.5	$2.761 \cdot 10^{-5}$	$276 \cdot 10^{-7}$
2.	Alt Sır	138.2	$3.165 \cdot 10^{-5}$	$316 \cdot 10^{-7}$
	Üst Sır	241.2	$2.599 \cdot 10^{-5}$	$259 \cdot 10^{-7}$
3.	Alt Sır	280.0	$3.392 \cdot 10^{-5}$	$339 \cdot 10^{-7}$
	Üst Sır	318.8	$2.345 \cdot 10^{-5}$	$234 \cdot 10^{-7}$
4.	Alt Sır	233.5	$2.604 \cdot 10^{-5}$	$260 \cdot 10^{-7}$
	Üst Sır	298.6	$2.102 \cdot 10^{-5}$	$210 \cdot 10^{-7}$
5.	Alt Sır	220.8	$4.261 \cdot 10^{-5}$	$426 \cdot 10^{-7}$
	Üst Sır	328.5	$2.048 \cdot 10^{-5}$	$204 \cdot 10^{-7}$
6.	Alt Sır	236.6	$2.553 \cdot 10^{-5}$	$255 \cdot 10^{-7}$
	Üst Sır	335.2	$2.449 \cdot 10^{-5}$	$244 \cdot 10^{-7}$
7.	Alt Sır	233.0	$3.234 \cdot 10^{-5}$	$323 \cdot 10^{-7}$
	Üst Sır	351.3	$2.306 \cdot 10^{-5}$	$230 \cdot 10^{-7}$
8.	Alt Sır	223.9	$4.238 \cdot 10^{-5}$	$423 \cdot 10^{-7}$
	Üst Sır	377.5	$2.091 \cdot 10^{-5}$	$209 \cdot 10^{-7}$
9.	Alt Sır	*223.4	$3.234 \cdot 10^{-5}$	$323 \cdot 10^{-7}$
	Üst Sır	*276.5	$3.155 \cdot 10^{-5}$	$315 \cdot 10^{-7}$
10.	Alt Sır	*223.4	$3.234 \cdot 10^{-5}$	$323 \cdot 10^{-7}$
	Üst Sır	*254.5	$2.493 \cdot 10^{-5}$	$249 \cdot 10^{-7}$
11.	Alt Sır	*201.8	$2.415 \cdot 10^{-5}$	$241 \cdot 10^{-7}$
	Üst Sır	255.8	$3.150 \cdot 10^{-5}$	$315 \cdot 10^{-7}$
12.	Alt Sır	240.8	$2.376 \cdot 10^{-5}$	$237 \cdot 10^{-7}$
	Üst Sır	229.2	$2.607 \cdot 10^{-5}$	$260 \cdot 10^{-7}$
13.	Alt Sır	252.2	$2.362 \cdot 10^{-5}$	$236 \cdot 10^{-7}$
	Üst Sır	222.5	$2.556 \cdot 10^{-5}$	$255 \cdot 10^{-7}$
14.	Alt Sır	249.6	$3.604 \cdot 10^{-5}$	$360 \cdot 10^{-7}$
	Üst Sır	348.1	$3.114 \cdot 10^{-5}$	$311 \cdot 10^{-7}$
15.	Alt Sır	189.8	$3.659 \cdot 10^{-5}$	$365 \cdot 10^{-7}$
	Üst Sır	317.0	$1.850 \cdot 10^{-5}$	$185 \cdot 10^{-7}$

Toplanmalı Sır Denemeleri

	Yüzey Gerilimi (dyn/cm)		Genleşme Katsayısı	
	Alt Sır	Üst Sır		
1.	Alt Sır	*223.4	$3.234 \cdot 10^{-5}$	$323 \cdot 10^{-7}$
	Üst Sır	*222.1	$2.941 \cdot 10^{-5}$	$294 \cdot 10^{-7}$
2.	Alt Sır	209.8	$2.397 \cdot 10^{-5}$	$239 \cdot 10^{-7}$
	Üst Sır	366.1	$1.953 \cdot 10^{-5}$	$195 \cdot 10^{-7}$
3.	Alt Sır	205.9	$2.397 \cdot 10^{-5}$	$239 \cdot 10^{-7}$
	Üst Sır	341.9	$2.248 \cdot 10^{-5}$	$224 \cdot 10^{-7}$
4.	Alt Sır	209.8	$2.397 \cdot 10^{-5}$	$239 \cdot 10^{-7}$
	Üst Sır	*327.4	$2.475 \cdot 10^{-5}$	$247 \cdot 10^{-7}$
5.		353.2	$4.067 \cdot 10^{-5}$	$406 \cdot 10^{-7}$
6.		327.4	$2.472 \cdot 10^{-5}$	$247 \cdot 10^{-7}$
7.		269.9	$2.181 \cdot 10^{-5}$	$218 \cdot 10^{-7}$
8.		354.7	$2.483 \cdot 10^{-5}$	$248 \cdot 10^{-7}$
9.		*313.1	$2.487 \cdot 10^{-5}$	$248 \cdot 10^{-7}$

EK 5 Periyodik Tablo

Gruplar	1A	2A	3B	4B	5B	6B	7B	8B	8B	8B	1B	2B	3A	4A	5A	6A	7A	8A	
1. periyot	1 H																	2 He	
2. periyot	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
3. periyot	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
4. periyot	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	
5. periyot	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	
6. periyot	55 Cs	56 Ba	* Lu	71 Hf	72 Ta	73 W	74 Re	75 Os	76 Ir	77 Pt	78 Au	79 Hg	80 Tl	81 Pb	82 Bi	83 Po	84 At	85 Rn	86 Rn
7. periyot	87 Fr	88 Ra	* Lr	103 Rf	104 Db	105 Sg	106 Bh	107 Hs	108 Mt	109 Uun	110 Uuu	111 Uub	112 Uuq	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo
* Lantanitler			* La	57 Ce	58 Pr	59 Nd	60 Pm	61 Sm	62 Eu	63 Gd	64 Tb	65 Dy	66 Ho	67 Er	68 Tm	69 Yb	70 Lu		
** Actinitler			* Ac	89 Th	90 Pa	91 U	92 Np	93 Pu	94 Am	95 Cm	96 Bk	97 Cf	98 Es	99 Fm	100 Md	101 No	102 Lr		

Kaynak: http://www.kimyalab.net/mkportal/modules/gallery/album/a_3.jpg

EK 6 Resim Kaynakçası

Resim 1. http://www.uniquebeads.com.au/images/product/S_EGYPT-1.jpg

Resim 2. Wood, Nigel; **Chinese Glazes**, A & C Black Publishers, London, 1999, 128 s.

Resim 3. Wood, Nigel; **Chinese Glazes**, A & C Black Publishers, London, 1999, 82 s.

Resim 4. Tichane, Robert; **Celadon Blues**, Krause Publications, United States of America, 1998, 91 s.

Resim 5. Wood, Nigel; **Chinese Glazes**, A & C Black Publishers, London, 1999, 85 s.

Resim 6. Tichane, Robert; **Celadon Blues**, Krause Publications, United States of America, 1998, 95 s.

Resim 7. Wood, Nigel; **Chinese Glazes**, A & C Black Publishers, London, 1999, 87 s.

Resim 8. <http://unalcimit.8m.com/imagepage7.htm>

Resim 9. <http://unalcimit.8m.com/imagepage36.htm>

Resim 10. <http://72.3.239.210/wp-content/uploads/2009/02/cmnov08longquan3.jpg>

Resim 11. <http://72.3.239.210/wp-content/uploads/2009/02/cmnov08longquan2.jpg>

Resim 12. <http://www.rakuguru.com/wcrackle12.jpg>

Resim 13. http://www.saltspingpottersguild.com/files/u10/kuno_jar.jpg

Resim 14. http://www.gobc.ca/media/members/member_241_3.jpg

Resim 15 http://lh4.ggpht.com/_WDLMvI7av74/SAF1sZnZaCI/AAAAAAAAAM4/NMRIXDUgcgM/IMG_0950.JPG

KAYNAKÇA

Kitaplar

- Arcasoy, Ateş; **Seramik Teknolojisi**, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anasanat Dalı Yayınları No:2, İstanbul, 1983.
- Axel, Jan ve Karen McCready; **Porcelain Traditions and New Visions**, Watson-Guption Publications, New York, 1981.
- Behrens, Richard; **Glaze Projects**, Ceramic Monthly Magazine Handbook, U.S.A.,1971.
- Bengisu, Murat; **Engineering Ceramics**, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York, 2001.
- Carnegie, Daphne; **Tin-glazed Earthenware**, A & C Black Publication, London, 1993.
- Chavarria, Joaquim; **The Big Book of Ceramics**, Watson-Guption Publications, 1994.
- Chroman, Eleanor; **The Potter's Primer**, Hawthorn Boks, Inc. Publishers, New York, 1974.
- Clark, Kenneth; **The Potter's Manual**, Little, Brown and Company, London, 1993.
- Cooper, Emmanuel; **Cooper's Book of Glaze Recipes**, B.T. Batsford Ltd., London, 1992.
- Daly, Greg; **Glazes and Glazing Techniques**, Kangaroo Press Pty. Ltd., Australia, 1996.
- Fraser, Harry; **Ceramic Faults and Their Remedies**, A & C Black Publications, London, 1995.

- Genç,Pınar; **Aventürin Oluşturabilen Bakır, Demir ve Krom Oksitlerle Yapılan Sır Araştırmaları**, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları No:1107, Güzel Sanatlar Fakültesi Yayınları No:23, Eskişehir, 1999.
- Genç,Soner; **Kristal Sırların Araştırılması ve Sır İçinde Kristal Nüvelerin Geliştirilmesi**, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları No:1109, Güzel Sanatlar Fakültesi Yayınları No:24, Eskişehir, 1999.
- Hamer, Frank ve Janet; **The Potter's Dictionary of Materials and Techniques**, A & C Black Publishers, London, 1997.
- Haswell, J. Mellentin; **Manual of Mosaic**, Thames and Hudson Ltd., London, 1973.
- Hopper,Robin; **The Ceramic Spectrum**, Krause Publications, U.S.A., 1984.
- Kerr, Rose; **Song Dynasty Ceramics**, V & A Publications, London, 2004.
- Kingery W.D., H.K. Bowen ve D.R. Uhlmann; **Introduction to Ceramics**, Wiley-Interscience Publication, U.S.A., 1976.
- Murfitt, Stephen; **The Glaze Book**, Thames and Hudson Ltd., London, 2002.
- Nelson,Glenn C.; **Ceramics A Potter's Handbook**, CBS Collage Publishing, Canada, 1984.
- Nigrosh, Leon I.; **Sculpting Clay**, Davis Publications, U.S.A., 1992.
- Peters, Lynn; **Surface Decoration for Low-Fire Ceramics**, Lark Books Publications, U.S.A., 1999.
- Rhodes, Daniel; **Clay and Glazes for the Potter**, Chilton Book Company, Radnor, Pennsylvania, 1973.
- Rogers, Phil; **Ash Glazes**, A & C Black Publications, London, 1991.

- Stewart, Jimmie Adair; **Ceramics For All**, Barnes & Noble, Inc., U.S.A., 1956.
- Sümer, Güner; **Seramik Sanayi El Kitabı**, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları No:308, Uygulamalı Güzel Sanatlar Yüksekokulu Yayınları No:1, Eskişehir, 1988.
- Tanışan, H. Hüseyin, Zeliha Mete; **Seramik Teknolojisi ve Uygulaması**, Birlik Matbaası, Söğüt, 1988.
- Tichane, Robert; **Celadon Blues**, Krause Publications, United States of America, 1998.
- Wood, Nigel; **Chinese Glazes**, A & C Black Publishers, London, 1999.
- Woody, Elsbeth S.; **Handbuilding Ceramic Forms**, The Noonday Pres, New York, 1998.
- Zakin, Richard; **Electric Kiln Ceramics**, Chilton Book Company, Pennsylvania, 1994.

ÖZGEÇMİŞ

Ad, Soyad: Zeynep TAŞKIN

Doğum Yeri ve Yılı: İzmir, 1979

Yabancı Dil: İngilizce

Eğitim

Yüksek Lisans: 2009, D.E.Ü., Güzel Sanatlar Enstitüsü, Seramik Anasanat Dalı

Lisans: 2005, D.E.Ü., Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik Bölümü

Lise: 1996, İzmir Kız Lisesi

Katıldığı sergiler:

- Seramik Bölümü Öğretim Elemanları ve Öğrenci Sergisi – 2007
- Seramik Bölümü Öğrenci Sergisi – 2007
- Seramik Bölümü Öğrenci Sergisi – 2005
- 65. Devlet Resim Heykel Yarışması Sergisi – 2004
- Seramik Bölümü Öğretim Elemanları ve Öğrenci Sergisi – 2004
- Seramik Bölümü Öğrenci Sergisi - 2002