

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ
SERAMİK ANASANAT DALI
SANATTA YETERLİK TEZİ

BAKIR KIRMIZISI SIRLAR

Hazırlayan
Nevcihan ÖZALP

Danışman
Prof. Sevim ÇİZER

İzmir-2011

YEMİN METNİ

Sanatta Yeterlilik Tezi olarak sunduğum “Bakır Kırmızısı Sırlar” 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.

/ /2011

Nevcihan ÖZALP

TUTANAK

Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü'nün ... / ... / 2011 tarih vesayılı toplantısında oluşturulan jüri, Lisansüstü Öğretim Yönetmeliği'nin maddesi göre Seramik Anasanat Dalı Sanatta Yeterlik öğrencisi Nevcihan ÖZALP'in "Bakır Kırmızısı Sırlar" 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 tezin olduğuna oy ile karar verildi.

BAŞKAN

ÜYE

ÜYE

ÜYE

ÜYE

**YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU DOKÜMANTASYON
MERKEZİ TEZ/PROJE VERİ FORMU**

Tez No: Konu No: Üniv. Kodu
•Not: Bu bölüm merkezimiz tarafından doldurulacaktır.

Tez/Proje Yazarının

Soyadı: ÖZALP

Adı: Nevcihan

Tezin/Projenin Türkçe Adı: “Bakır Kırmızısı Sırlar”

Tezin/Projenin Yabancı Dildeki Adı: “Copper Red Glazes”

Tezin Yapıldığı

Üniversitesi: D.E.Ü.

Enstitü: G.S.E.

Yıl: 2011

Diğer kuruluşlar:

Tezin Türü:

Yüksek Lisans:

Dili: Türkçe

Doktora:

Sayfa Sayısı: 159

Tıpta Uzmanlık:

Referans Sayısı: 104

Sanatta Yeterlilik:

Tez Danışmanın

Unvan: Prof.

Adı: Sevim

Soyadı: ÇİZER

Türkçe Anahtar Kelimeler:

İngilizce Anahtar Kelimeler:

1-İndirgenme ve yükseltgenme

1- Reduction and oksidation

2- Kolloidal

2- Kolloidal

3- Çekirdeklenme

3- Nucleation

4- Faz Ayrımı

4- Phase Separation

5- Yayılma

5- Diffusion

Tarih:

İmza:

Tezimin Erişim Sayfasında Yayınlanmasını İstiyorum Evet Hayır

ÖZET

Yüksek estetik değere sahip olan bakır kırmızısı sırlar, seramik sanatının önemli yapı taşlarıdır. Geçmiş M.Ö. 2000'li yıllara, Ortadoğu ve Mısır'a uzanan bu indirgen artistik sırlar, asıl gelişim ve önemini M.S. 600'lü yıllardan itibaren Çin'de sağlamışlardır. Ming Hanedanlığı döneminde, en parlak zamanlarını yaşamış olan bakır kırmızısı sır, zaman içerisinde çeşitli nedenler sonucu kaybolmuştur. Bu rengi yeniden elde etme çabaları sonucunda, estetik görünüme sahip farklı renkler üretilmiş, ancak Ming dönemi Çin kırmızısına tam manasıyla ulaşamamıştır.

Bakır kırmızısı sıran oluşumunu, sır yapısı içerisinde iyi bir kolloidal halinde bulunan bakır tanecikleri sağlarlar. İndirgen bir sır türü olarak, güzel kırmızıya ulaşabilmek, karmaşık pek çok işlemin birlikte gerçekleşmesiyle olur. Bunlardan pişirim koşulları ile yükseltgen, indirgen ve nötr ortam pişirimleri en önemli safhayı oluştururlar. Genellikle yüksek dereceli sıcaklıklarda, bakır oksidin indirgenmesiyle elde edilir.

Güzel kırmızıyı elde etmenin zorlukları, indirgenecek sır bileşiklerinin içeriği, özel fırın koşullarının varlığı, yüksek sıcaklık derecelerinde pişirim yapma gerekliliği, az sayıda seramikçinin bakır kırmızısı sırlarla ilgilenmesine neden olmuştur. Tüm bunlara karşın bakır kırmızısı sırlar, binlerce yıllık bir geçmişe ve estetik değerde artistik sır özelliğine sahip olmaları nedeniyle, gelecekte de çömlekçilerin ilgilerini üzerlerinde toplayarak, seramiğin önemli araştırma alanlarından birisi olmaya devam edecektir.

ABSTRACT

The red copper glazes which possess a high aesthetic value are one of the important construction stones of the art of ceramics. These reduction artistic glazes's have an history going back to 2000 B.C. , stretching out to Middle East and Egypt, but they gained their real development and importance in China, starting from the years 600 A.D. The red copper glaze which had attained its most brilliant period during the Ming reign, has disappeared through time as the result of various reasons. In consequence of the efforts to re-create this color, different colors having an aesthetic appearance were produced , but the Chinese red of the Ming period, in all its sense, could not be attained .

The particles of copper which are in a good colloidal state in the matrix of the glaze, achieved the formation of the red copper glaze. As a reducible kind of glaze, obtaining a nice red, can only be realized with a lot of complex processes together . Among these, oksidation, redüction and nötr atmosphere with the conditions of firing form the most important stage. Usually in high degree temperatures, the color red is obtained with the reduction of the copper oxyde.

The difficulties of obtaining a nice red, the content of the glaze compounds which will be reduced, the existence of special kiln conditions, the necessity to make high degree temperatures firings , are the reasons for which few ceramists have been interested in red copper glazes. In spite of all that, the red copper glaze because of its thousands years past and because of its artistic glaze speciality of an aesthetic value, will continue in the future to gather the interests of the potters and to be one of the important research domains of the ceramists.

ÖNSÖZ

Geleneksel bilginin irdelenmesi, çağdaş bilginin kullanılması, uzun ve zahmetli pişirim süreçleri ve seramikçinin sabır dolu uğraşları sonucu, elde edilen güzel bakır kırmızısı sırlar, artistik sırlar içersindeki hakettiği yerini almıştır.

Çalışmalarımın başından itibaren bilgi ve birikimiyle bana cesaret ve destek veren değerli hocam Prof. Sevim Çizer'e, teknik bilgi ve donanımıyla bana katkıda bulunan sayın hocam Prof. Halil Yoleri'ye teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca form çalışmalarımda bana yardımcı olan sevgili hocam Füsun Çövenoğlu'na teşekkür ederim.

Çalışmalarımın tüm safhasında desteğini benden esirgemeyen sevgili Melih'e ve Christine'e teşekkür ederim.

Nevcihan ÖZALP

İÇİNDEKİLER

BAKIR KIRMIZISI SIRLAR

	Sayfa
YEMİN METNİ.....	ii
TUTANAK.....	iii
Y.Ö.K. DOKÜMANTASYON MERKEZİ TEZ VERİ FORMU.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
KISALTMALAR.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
RESİMLER LİSTESİ.....	xiii
GİRİŞ.....	1

1. BÖLÜM

BAKIR KIRMIZISI SIRLARINTANIMI VE TARİHSEL GELİŞİMİ

1.1. TANIM	2
1.2. TARİHÇE.....	3

2. BÖLÜM

BAKIR KIRMIZISININ OLUŞUMU VE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

2.1. BAKIR KIRMIZISININ OLUŞUMU.....	26
2.1.1. Bakır Oksidin Sır Bünyesinde Renklendirici Olarak Kullanımı.....	26
2.1.2. İndirgeme, Kalay Oksidin ve Demir Oksidin Rolü.....	29
2.1.3. Bakır Kırmızısı Sırın Oluşumu.....	36

	Sayfa
2.2. KIRMIZININ OLUŞUMUNA ETKİ EDEN FAKTÖRLER.....	46
2.2.1. Temel Sırın Yapısı ve İçeriği.....	46
Silisyum dioksit.....	50
Alüminyum oksit.....	51
Bor oksit.....	54
Kalsiyum oksit.....	55
Alkaliler.....	59
Baryum Oksit, Magnezyum oksit.....	60
Kurşun Oksit, Çinko oksit.....	61
2.2.2. Bakır Oksitin Konsantrasyonu.....	62
2.2.3. Sır Kalınlığı, Tabakalaşma ve Kabarcıklanma.....	67
Tabakalaşma.....	68
Kabarcıklanma.....	74
2.2.4. Bünyenin Etkisi.....	77
2.2.5. Pişirim Teknikleri.....	80
Sanatçıların ve Araştırmacıların Pişirim Teknikleri.....	88
Oksijenli Ortamda Elde Edilen Bakır Kırmızılar.....	100

3. BÖLÜM

BAKIR KIRMIZISI SIR ARAŞTIRMA VE UYGULAMALARI

3.1. DÜŞÜK SICAKLIKTA GELİŞEN BAKIR KIRMIZISI SIR ARAŞTIRMA VE UYGULAMALARI.....	102
İndirgeme Yöntemleri.....	104
Sır Araştırmaları.....	112
3.2.YÜKSEK SICAKLIKTA GELİŞEN BAKIR KIRMIZISI SIR ARAŞTIRMA VE UYGULAMALARI.....	122
İndirgeme Yöntemleri.....	123

	Sayfa
Sır Araştırmaları.....	126
3.3. ÜÇ BOYUTLU FORMLAR ÜZERİNDE 1300°C-1350°C	
SICAKLIKTA GELİŞEN BAKIR KIRMIZISI SIR	
UYGULAMALARI.....	141
SONUÇ.....	147
TABLO: KULLANILAN HAMMADDELERİN FORMÜLLERİ.....	152
SÖZLÜK.....	153
KAYNAKÇA.....	154
ÖZGEÇMİŞ	

KISALTMALAR

y.a.g.e.....	Yukarıda adı geçen eser
Prof.....	Profesör
s.....	Sayfa
gr.	Gram
Çev.....	Çeviren
nm.....	nanometre ($1\text{nm}=10^{-9}\text{mm}$)
Å°	Angstrom $\text{Å}^\circ=10^{-7}\text{mm}$)
I.İnd.A.R3.....	Pişmiş sır üzerine 2 nolu geliştirici uygulanmış, düşük sıcaklıkta I. indirgeme yöntemi ile 3. rafta pişirilmiştir.
Y.I.İnd.AR3.....	Plakanın üzerine sırlanmadan önce astar uygulanmış, yüksek sıcaklıkta I. indirgeme yöntemi ile 3. rafta pişirilmiştir.

ŞEKİLLER LİSTESİ

Harita: Hanedanlıklar dönemi Çin. (Kaynak: VAINKER, 1997, 217).....	25
Şekil 1: Soğuma sırasında, metalik bakırın yeşil bakır cama doğru değişimi (Kaynak: Tichane, 1998, 99).....	65
Şekil 2: Sır tabakaları. (Kaynak: TICHANE, 1998, 59).....	70
Şekil 3: Tabakalardan yükselen kabarcıklar (Kaynak: Tichane, 1998, 61).....	75
Şekil 4: Öküz kanı kırmızısı sırn pişirim programı..... (Kaynak: SCOTT, 1992, 73)	87

RESİMLER LİSTESİ

- Resim1:** Jun işi, küre biçimli kavanoz kabın tabanı ve iç kısmı kalın bir sırla kaplanmıştır. 12. yüzyılda Linru fırınlarında yapılmıştır.
(Kaynak: VAİNKER, 1997, 103).....5
- Resim2:** Jun işi çiçek saksısı, tabanında üç çizgi karakter olup, Kuzey Song Hanedanlığı (960-1127) dönemine tarihlendirilmiştir.
(Kaynak: WOOD, 2000, 166).....5
- Resim3 :** 12. ve 13. yüzyılda yapılmış, bakır sıçratılmış yanar döner mavi sırlı Jun işi tabak. Percival David Foundation of Chinese Art
(Kaynak: SCOTT, 1992, 19).....6
- Resim4:** Kırmızı ve mavinin sır altında birlikte kullanıldığı büyük şarap şişesi, 14. yüzyıla tarihlenen Jingdezhen'a ait olan bu örnekte bakır kırmızı renk iyi olmasına rağmen, renklerin sabitliği zayıftır.
(Kaynak: WOOD, 2000, 174).....7
- Resim5:** Sır altı bakır kırmızı kavanoz, Jingdezhen, 14. yüzyılın ikinci yarısı. Courtesy of the Trustees of the British Museum.
(Kaynak: SCOTT, 1992, 33).....8
- Resim6:** Armut formlu porselen vazo, Jingdezhen, 14. yüzyılın ilk yarısı. Percival David Foundation of Chinese Art
(Kaynak: SCOTT, 1992, 16).....8
- Resim7:** Jingdezhen'de Hongwu dönemine (14. yüzyıl ikinci yarısı) konumlandırılmış, krizantemlerle dekore edilmiş, sıraltı bakır kırmızılı büyük porselen kase.(Kaynak: WOOD, 2000, 173).....9
- Resim8:** Jingdezhen'de Hongwu dönemine (14. yüzyıl ikinci yarısı) konumlandırılmış, İslamik metal işler stilinde bezenmiş, sıraltı bakır kırmızılı büyük porselen ibrik. (Kaynak: WOOD, 2000, 178).....10
- Resim9:** Muhtemelen Hongwu dönemine ait, Jingdezhen tek renkli bakır kırmızısı tabak. (Kaynak: WOOD, 2000, 176).....11
- Resim10:** Ming Hanedanlığı Yongle dönemine ait ejderha desenli bakır kırmızısı sırlı ayaklı kase. (Kaynak: VAİNKER, 1997, 186).....12

Resim11: Ming Hanedanlığı Yongle dönemine (1403-1425) ait tek renkli bakır kırmızısı sırlı ayaklı kap. (Kaynak: WOOD, 2000, 177).....	12
Resim12: Xuande dönemine tarihlenmiş (1426-35) iyi kalitede Jingdezhen bakır kırmızı kase. (Kaynak: VAINKER, 1997, 187).....	13
Resim13: Xuande dönemine tarihlenmiş (1426-35) kalitede bakır kırmızısı sırlı tabak. (Kaynak: eloge.deart.canalblog.com).....	14
Resim14: Bakır kırmızısı (Jihong) sırlı şapka şekilli çanak, Qing hanedanlığı Kangxi dönemine (1662-1722) atfedilir. (Kaynak: gettysburg.cdmhost.com/cdm4/results.php?CISOOP1).....	16
Resim15: Kangxi dönemi (1700), Jingdezhen fırınlarında yapılmış bakır kırmızı sırlı porselen kase. (Kaynak: WOOD, 2000, 181).....	17
Resim16 : Porselen bakır kırmızısı sır ile sırlanmış vazo, Jingdezhen, Yongzheng, 1723-35. Courtesy of the Trustees of the Victoria and Albert Museum. (Kaynak: SCOTT, 1992, 65).....	18
Resim17: Elma formunda su kabı, Qing hanedanlığına (1736-1765) tarihlenir. (Kaynak: eloge.deart.canalblog.com).....	18
Resim18: Qing Hanedanlığı, Kangxi dönemine ait (1662-1722) metal ağızlı, şeftali çiçeği sırlı su çömleği. (Kaynak: WOOD, 2000, 182).....	19
Resim19: Sang de boeuf sirla sırlanmış porselen vazo, Jingdezhen, erken 18. yüzyıl. Courtesy of the Ashmolean Museum. (Kaynak: SCOTT, 1992, 66).....	20
Resim20: Langyao bakır kırmızılı obje, Qing Hanedanlığı (1800-1840). (Kaynak: gettysburg.cdmhost.com/cdm4/results.php?CISOOP1).....	21
Resim21: Şeftali çiçeği sırlı (jiang dou hong) geniş ağızlı kase, Qing Hanedanlığı, 19. yüzyıldan 20. yüzyıla konumlanır. (Kaynak: gettysburg.cdmhost.com/cdm4/results.php?CISOOP1).....	21

Resim22: Qing Hanedanlığı, 19.yüzyıl, flambe sırlı buhurdanlık. (Kaynak: elogedelart.canalblog.com).....	22
Resim23: Geç Qing Hanedanlığı dönemi, flambe sırlı vazo. (Kaynak: elogedelart.canalblog.com).....	22
Resim24: John Britt tarafından yapılmış, şeftali çiçeği sır detayı. (Kaynak:(ceramicartsdaily.org/... glaze /experiments-in- peach-bloom -extensive-testing- reveals-secrets-of-an-elusive-ceramic- glaze ?...)).....	52
Resim25: John Britt tarafından yapılmış, flambe etkili detay. (Kaynak:www.pottery.magic.com/pottery/glazes/flambe.htm).....	58
Resim26: Merkez renkli bölgede kırmızı ve mavimsi-gri alanları gösteren tabaka yapısı. (SCOTT, 1992, 82).....	75
Resim27: Peter Wollwage tarafından üretilmiştir. (Kaynak:www.cibasimpasti.com/.../Articoli/ Reducing%20Copper%’0Glaze .pdf-İtalya).....	89
Resim28: John Britt tarafından yapılan çaydanlık, Pete Pinnell’in bakır kırmızısı sırlı ile sırlanıp, dairesel boşluklara siyah sır kullanmıştır. (Kaynak: BAİLEY, 2004, 95).....	90
Resim29: Pete Pinnell tarafından 1991 yılından yapılmış porselen ibrik. (Kaynak:kateplows.net/.../The%20Ceramic%20İnsights:%20of%20Pete%20Pinnell.pdf.....	91
Resim30: Melanie Brown tarafından yapılmış, seledon ve bakır kırmızı sırlı çaydanlıklar. (Kaynak: www.studiopottery.co.uk/profile/	92
Resim31: Melanie Brown tarafından yapılmış, sırlın ince olduğu yerlerde renk kaybı görülmektedir. (Kaynak: BAİLEY, 2004, 97).....	92
Resim32: Chris Prindl tarafından yapılmış bakır kırmızılı vazo. (Kaynak: www.prindlpottery.co.uk/).....	93
Resim33: Chris Prindl tarafından yapılmış bakır kırmızılı vazo. (Kaynak: www.prindlpottery.co.uk/).....	93
Resim34: Marcia Selsor tarafından yapılmış bardak. (Kaynak: BAİLEY, 2004, 100).....	94
Resim35: Matthew Waite tarafında yapılmış, sır üzerine bakır kırmızısı uygulanmış vazo. (Kaynak: BAİLEY, 2004, 101).....	94

Resim36: Greg Daly'nin (Avustralya) bakır kırmızısı sır üzerine, fırça darbeleri ile bakır oksit koyduğu porselen vazosu, 700°C de, geç indirgeme yapılarak bu renk elde edilmiştir. (Kaynak: PETERSON, çev. Sevim Çizer, 2009, 166).....	95
Resim37: Greg Daly tarafından yapılmış sırüstü sır bakır kırmızısı tabak. (Kaynak: www.gregdaly.com.au/gog.html).....	96
Resim38: Greg Daly tarafından yapılmış sırüstü sır bakır kırmızısı vazo. (Kaynak: www.gregdaly.com.au/gog.html).....	96
Resim39: Tom Coleman tarafından yapılmış bakır kırmızısı şişeler ve vazo. (Kaynak: NANCE, "Tom&Elaine Coleman" Ceramics Monthly, no: 1, 2003, 55 s.).....	97
Resim40: Tom Coleman tarafından yapılmış bakır kırmızısı kap. (Kaynak: www.mynewsletterbuilder.com/email/.../1410349671).....	97
Resim41: Judy ve Ric Pierce ait bakır kırmızısı objeler. (Kaynak: www.onetreehillpottery.com.au/Studio/Copper%20Red.htm).....	98
Resim42: Bakır kırmızılı sırlı vazo ve seramik form. (Kaynak: SEVİM, 2006, 152, 156).....	99
Resim43: Gustav WeiB ve Erich Hofer tarafından, iç indirgeme yöntemiyle yapılan bakır kırmızısı. (Kaynak: www.cibasimpasti.com/New).....	101
Resim44: Düşük sıcaklıkta gelişen bakır kırmızısı sırlar için kullanılan, iç boyutları 40cmØ×65cm olan küçük gazlı fırın.....	102
Resim45: Düşük sıcaklıkta gelişen bakır kırmızısı sırlar için kullanılan, iç boyutları 53cmØ×93cm olan büyük gazlı fırın ve iç boyutları 40cm×40cm olan sagar kutusu.....	103
Resim46: Yüksek sıcaklıkta gelişen bakır kırmızısı sırları elde etmek için yapılan iç boyutları 39cm×49cm×60cm olan gazlı fırın.....	122
Resim47: Bakır kırmızısı seramik form 20cm×25cm×17cm.....	141
Resim48: Bakır kırmızısı sırlı seramik formlar.....	142
Resim49: Bakır kırmızısı sırlı seramik pano, 15cmx44cm.....	142
Resim50: Bakır kırmızısı sırlı seramik form, 27cmx 9cmx 28cm.....	143
Resim51: Bakır kırmızısı sırlı seramik vazo, 26cmx18cm.....	144
Resim52: Bakır kırmızısı sırlı seramik formlar.....	144

Resim53: Bakır kırmızısı sırlı seramik vazo, 26cmx18cm.....	145
Resim54: Bakır kırmızısı sırlı seramik formlar.....	145
Resim55: Bakır kırmızısı sırlı seramik formlar.....	146

GİRİŞ

Bakır kırmızısı sirlar, M.Ö. 2000’li yıllarda Ortadoğu ve Mısır’da ortaya çıkmış olsalar da, gelişmiş örnekleri daha sonra Uzakdoğu’da görülmüştür. Özellikle Çin’de zaman içerisinde zirveye ulaşmış, ancak dönemin koşulları nedeniyle güzel bakır kırmızısı, sirlarıyla birlikte ortadan kaybolmuştur. Zaman içerisinde seramikçiler tarafından tekrar üretilmeye çalışılmış, 1800’lerden sonra Avrupa’da yoğun çalışmalara neden olmuştur.

Bakır kırmızısı sır, elde edildiği pişirim koşulları nedeniyle, üzerinde çalışılması zor bir sırdır. Tüm dünyada seramik sanatçılarının ilgi alanlarında olmasına karşın, sıri elde etmenin kolay bir yol ve yöntemi halen bulunmamakta olup, rengin oluşmasıyla ilgili belirsizlikler ve tartışmalar sürmektedir.

Bu çalışmada; yükseltgen ve indirgen ortamda, düşük ve yüksek sıcaklıklarda, sır araştırmaları ile birlikte, bakır kırmızısı sıriin; elde edilme yöntemlerini ve teknolojisini incelenerek, bütünsel bir sonuç elde edilmesi amaçlanmıştır.

1. BÖLÜM

BAKIR KIRMIZISI SIRLARIN TANIMI VE TARİHSEL GELİŞİMİ

1.1. TANIM

Güçlü bir renklendirici olarak bakır ve bileşikleri, sır içerisinde buldukları değerliklerine ve sır yapısına göre, sırları çok çeşitli renklere boyarlar. Şaşırtıcı bir renklendirme gücüne sahip olan bakır; yükseltgen ortam sırlarda yeşil, turkuaz, mavi tonlarını verirken, indirgen ortam sırlarda ise pembe ve kırmızının çeşitli tonlarını, ayrıca sarı, kahverengi, mavi, mor renklerini verir.

“Çin kırmızısı denilince bakır kullanılarak belli koşullar altında elde edilen tüm kırmızı sırlar anlaşılır.”¹

“Sang de boeuf” olarak da bilinen “öküz kanı kırmızısı”, “ezik çilek rengi”, “maymun kanı kırmızısı”, “flambe”, “şeftali çiçeği rengi”, “yakut rengi” ve “langyao” gibi güzel kırmızı renklerin yanısıra, kiremit kırmızısı, karaciğer kırmızısı, donuk kırmızı, koyu kahverengi, pembe, mavi, mor, sarı, siyah gibi çok farklı tondaki renkler; bakır bileşiklerinin çeşitli uygulamalar sonucu indirgenmesiyle, sır yapısındaki metalik bakır (Cu) parçacıklarının koloidal dağılımı, bakır I iyonları (Cu⁺) veya bakır I oksit (Cu₂O) bileşiğinin çeşitli kombinasyonları sonucu ortaya çıkarlar.

Klasik bakır kırmızısı sır, öküz kanı “sang de boeuf” olarak kabul görmektedir. Öküz kanı sır, genelde örtücü olan, derin koyu kırmızı renktir ve çok kısa oluşum zamanları nedeniyle, farklı görünümlere eğilimlidirler; nadir durumlarda kısmi ya da tamamen saydam olup, ezik çilek rengine, koyu elma kırmızısına veya istenmeyen

¹ Max Ebert, **Chinarot**, ein Phänomen unter den alten chinesischen Glasuren und deren Herstellung, 1961, 8 s.

karaciğer rengine dönüşebilirler. Öküz kanı kırmızısının bir diğer görünümü, içinde mavi çizgilerin bulunduğu “flambe” rengidir.²

Öküz kanı kırmızısı sır, M.S. 15. yüzyılda Ming Hanedanlığı döneminde, en güzel görünümüne ulaşmış, ancak zaman içerisinde kaybolmuş, tekrar elde edilememiştir. Bu görünüme ulaşma çabaları sonucunda, öküz kanı kırmızısı, ezik çilek rengi, koyu kırmızı elma rengi, şeftali çiçeği, flambe gibi renk çeşitliliğine kaymıştır.

1.2. TARİHÇE

Bakır; yükseltgen pişirimli sırlarda zümrüt yeşilinden, turkuaz maviye kadar sağladığı olağanüstü renk çeşitliliğine ek olarak, yüksek dereceli sırların indirgenmesiyle, zengin ve canlı bakır kırmızıları verir. Bu yüzden Çin seramik tarihinde demirden sonra ikinci derecede yer alan ve önem atfedilen bir materyaldir.

Erken dönem Ming bakır kırmızısı sırları, bu fenomenin en ünlü örnekleri olmasına karşın, bakır bu dönemden 3000 yıl önce bir Ortadoğu buluşu olarak, muhtemelen Mezopotamya'da silikat eriği içinde kırmızı rengin sağlanması amacıyla kullanılmıştır. Bu teknik M.Ö. 1000 yılın ikinci yarısında Mısır'ın kırmızı renkli camlarında daha gelişmiş hale geldi. “*Bakır kırmızısı renklerin bu kadar eskiye gitmesi hem bakır metalinin hem de camın ilk örneklerinin bu dönemde ortaya çıkmasıyla ilintilidir. Bakır kırmızısı sırların yapımı için gerekli olan ilaveli indirgeme pişirimi ise, şans eseri dumanlı pişirimin ortaya çıkmasıylaadır.*”³ Ortadoğunun tarihi bakır kırmızısı camları % 5-11 gibi yüksek oranda bakır içeriği ve yüksek örtücülük özelliği gösterirken, Çin bakır kırmızısı sırları 1200°C-1320°C gibi yüksek sıcaklıktaki pişirim kompozisyonları, yarı saydam olmaya eğilimleri ve bakır içeriklerinin nadiren % 1'in üzerinde bulunmaları ile farklılaşmaktaydı. Mısır'ın kırmızı camlarında, genel olarak büyük bakır I oksit (Cu₂O) kristalleri yoğun bir kütle olarak bulunmaktayken, Çin sırlarındaki kırmızı renkler, sır

² Robert Tichane, **Copper Red Glazes**, Krause Publication, Wisconsin, 1998, s.39

³ **y.a.g.e.**, 5 s.

kalınlığının ortasında bakır metal kristallerinin saf kolloidal yapıda ince bir tabaka şeklinde dağılması ile sağlanırdı.

Bakır kırmızısı rengi ilk olarak Mısır'da ortaya çıkmış olmasına karşın, gelişmiş güzel örnekleri Çin'de görülmektedir. Bakır kırmızısı Çin'de Tang Hanedanlığının (618-907) sonlarında ve Sung Hanedanlığı (960-1126) döneminde belirgin olarak ortaya çıkmaya başlamıştır. Görüldüğü kadarıyla bakır kırmızısının bilinçli olarak ilk kullanımı M.S. 9. veya M.S. 10. yüzyılın başlangıç dönemlerinde Hunan Vilayetinde Changsa yakınlarındaki Tongguan fırınlarında olmuştur. Çömlekçilerin bu fırınlardaki nötral ve yükseltgen pişirim uzmanlıkları nedeniyle, bakır kırmızısı etkilerinin çeşitli biçimlerde buralarda başlaması, sürpriz olarak kabul edilmiştir. Yapılan araştırmalarda üç çeşit Tongguan bakır-kırmızısı iş grubu belirlenmiş olup bunlar; yarı saydam sırlı kırmızı bezeme, kırmızı ve yeşilin aynı zamanda saydam sırla birlikte bezeme ve tek renkli bakır-kırmızısıdır.⁴

Çin'deki bakır kırmızısı tarihinin ikinci önemli kısmı, Kuzey Sung Hanedanlığı döneminde porselen üretiminde de söz sahibi ünlü okullardan biri olan Chun (Jun) işlerinde kendini gösterir. Görüldüğü kadarıyla soluk sarı, kuzeyin kireç sırlı pekişmiş bünye ürünlerini güzelleştirmek amacıyla bakır yeşili rengin kullanımı, M.S. 6. yüzyıla uzanmaktadır. Ancak kuzey işlerindeki yüksek dereceli bakır yeşilleri, üzerlerinde sıçramalı bakır yeşili olan beyaz astarlı Cizhou stili pekişmiş bünyelerin görüldüğü 9-12. yüzyıla kadar, az kullanılmıştır. Chun sırlarının incelenmesinden, sırların yüksek derecede pişirilmiş olduğu açıktır, bu nedenle de yüzeydeki bakır renklenmesi oldukça değişkendir. *“Başlangıç dönemlerindeki Chun sırlı ürünlerdeki bakır kırmızısı beneklerin bazıları muhteşemdir, fakat renkler koyu kırmızısı mor, mavi-mor ve maviye doğru gitmişlerdir. Ayrıca sırdaki bakır içeriğinin yüksek olduğu durumlarda, soğutma sırasında bakırın yükseltgenmesi (oksitlenmesi) sonucu, sırların rengi siyah ve yeşile de dönüşür.”*⁵

⁴ Nigel Wood, **Chinese Glazes**, University of Pennsylvania Press, Pennsylvania, 2000, 169 s.

⁵ Tichane, **a.g.e.**, 6 s.



Resim 1: Jun işi, küre biçimli kavanoz kabın tabanı ve iç kısmı kalın bir sırla kaplanmıştır. 12. yüzyılda Linru fırınlarında yapılmıştır. (Kaynak: VAİNKER, 1997, 103)



Resim 2: Jun işi çiçek saksısı, tabanında üç çizgi karakter olup, Kuzey Song Hanedanlığı (960-1127) dönemine tarihlendirilmiştir. (Kaynak: WOOD, 2000, 166)



Resim 3 : 12. ve 13. yüzyılda yapılmış, bakır sıçratılmış yanar döner mavi sırlı Jun işi tabak.
Percival David Foundation of Chinese Art. (Kaynak: SCOTT, 1992, 19)

Bakırın örtücü mavi sır üstüne uygulandığı Chun fırınlarından farklı olarak, Jingdezhen'de bakır karışımları, sıraltı kırmızı bezemeler içinde kullanılmıştır. Bazı erken dönem örneklerinde bakır ve kobalt oksit aynı parça üzerinde bulunmuştur. 14. yüzyılın başlangıç dönemindeki bu örneklerinden sonra, bakır kırmızısı etkileri Jingdezhen'de daha sofistike hale gelmiş, fakat materyalin kontrolü her zaman zor olmuştur. Kırmızı renkteki sabitleme problemleri, kobalt mavisinin kırmızı rengin yerine tercih edilmesine neden olarak, Jingdezhen'in temel sıraltı pigmenti haline gelmiştir.⁶

⁶ Wood, a.g.e., 173 s.



Resim 4: Kırmızı ve mavinin sır altında birlikte kullanıldığı büyük şarap şisesi, 14. yüzyıla tarihlenen Jingdezhen'e ait olan bu örnekte bakır kırmızılar iyi olmasına rağmen, renklerin sabitliği zayıftır. (Kaynak: WOOD, 2000, 174)

Kobalt madeni 14 ve 15. yüzyılın içinde en az yüz yıl boyunca İran'dan ithal edilmiştir. Yuan porselen sırnın vizkozitesi, kobaltın pişirim sırasında dağılmasını engelleyerek, başlangıçta yapılan, mavi ve beyaz olarak bilinen desenlerin temiz olmasını sağlamaktaydı. *“Sıraltı bakır kırmızısı sıklıkla sıraltı mavi ile birlikte başlangıçta olan Jingdezhen bezeme işlerde kullanılırken, bakır pigmenti 14. yüzyıl ikinci yarısından itibaren tek başına kırmızı ve beyaz porselen üretiminde kullanılmıştır.*



Resim 5: Sıraltı bakır kırmızı kavanoz, Jingdezhen, 14. yüzyılın ikinci yarısı. Courtesy of the Trustees of the British Museum. (Kaynak: SCOTT, 1992, 33)



Resim 6: Armut formu porselen vazo, Jingdezhen, 14. yüzyılın ilk yarısı. Percival David Foundation of Chinese Art. (Kaynak: SCOTT, 1992, 16)

Yarım yüzyıllık üretim safhası boyunca bu sıraltı kırmızılar, mavi beyaz işler kadar iyi bilinmemektedir. Porselen üzerinde parlak kırmızı renk elde etmenin zorluğu iyi bilinirken, son dönemdeki Yuan ve Ming döneminin başında Jingdezhen'li çömlekçiler bu zorluğu, bakır oksidi iki farklı yolla kullanarak çözmüşlerdir. Bunlardan ilki bakır oksidin kobalt pigmentinin hazırlanış ve uygulamasında olduğu gibidir. Diğeri ise pişmemiş bünye üzerindeki sırtı renklendirmek için doğrudan uygulama şeklindedir. Sıraltı kırmızı pigment pişirim sonrası donuk gri veya koyu kırmızı olabilirken, sıraltı sır içinde kırmızı renk daha parlak ve sıcak olmaktadır.⁷

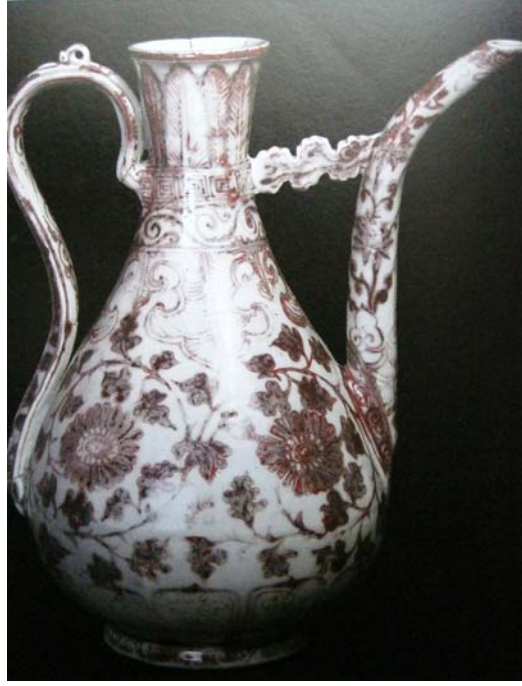


Resim 7: Jingdezhen'de Hongwu periyoduna (geç 14. Yüzyıl) konumlandırılmış, krizantemlerle dekore edilmiş, sıraltı bakır kırmızılı büyük porselen kase. (Kaynak: WOOD, 2000, 173)

1979 yılında Jingdezhen Hutian'da Yuan porselen üretim bölgesinde yapılan kazılarda, sadece iki tane sıraltı kırmızı parça bulunmuştur. Arkeologlar çoğu Yuan tarzı, sıraltı kırmızısının 1368-1398 arasındaki Ming Hongwu İmparatorluk döneminin biraz daha son dönemine konumlandığını düşünmüşlerdir. Ancak ilk görülen birkaç tek renk bakır kırmızısı işler, Yuan Hanedanlık dönemine (1279-1318) tarihlendirilmişlerdir. Bunların renkleri portakal kırmızısından bulanık yeşilimsi

⁷ Vainker, .a.g.e., 181 s.

pembeye kadar çeşitlenmekte idi. Hongwu döneminde sıraltı bakır kırmızısının tekrar popüler olması, askeri çatışmalar nedeniyle kobalt madeninin ithal edilememesine bağlanmıştır.⁸



Resim 8: Jingdezhen’de Hongwu dönemine (14. Yüzyıl ikinci yarısı) konumlandırılmış, İslamik metal işler stilinde bezenmiş, sıraltı bakır kırmızılı büyük porselen ibrik.

(Kaynak: WOOD, 2000, 178)

Ming Hanedanlığı 1368 yılında başlamış ve 1644 yılında bitmiş olup, bu hanedanlık döneminde bakır kırmızısı sır ve sıraltı kırmızısında büyük başarılar elde edilmiştir. İlk Ming İmparatoru General Zhu Yuanhang (1368-98) dönemi, Hongwu olarak bilinir. Hongwu döneminde kırmızı renkte tek renkli işler üretmek için sistematik girişimler yapılmadı ve sadece bazı Hongwu işleri başarılı oldu. En iyi parçalar pembe kırmızı tonda olup, daha az başarılı olanlar kahverengiye dönük idi.⁹

⁸ Wood, a.g.e., 173 s.

⁹ Vainker, a.g.e., 183 s.



Resim 9: Muhtemelen Hongwu dönemine konumlanmış, Jingdezhen tek renkli bakır kırmızısı tabak. (Kaynak: WOOD, 2000, 176)

15. yüzyılın başında III. Ming İmparatoru olan Yongle döneminde (1403-1424), Jingdezhen’de bulunan işlerin % 95’i beyaz işlerdi. Bu dönemin tek renkli bakır-kırmızı kaliteleri çok yüksek olmamakla birlikte, Jingdezhen bakır kırmızısı sırlarda bir gelişme görülmüştür. Bu döneme ait en ilgi çekici parça kırmızı zemin üzerinde, bir ejderhanın beyaz desenlenmesi olup, bu iki renkli bezemenin çarpıcı bir çeşitlenmesidir.¹⁰

¹⁰ Vainker, **a.g.e.**, 184 s.



Resim 10: Ming Hanedanlığı Yongle dönemine ait ejderha desenli bakır kırmızısı sırlı ayaklı kase. (Kaynak: VAINKER, 1997, 186)

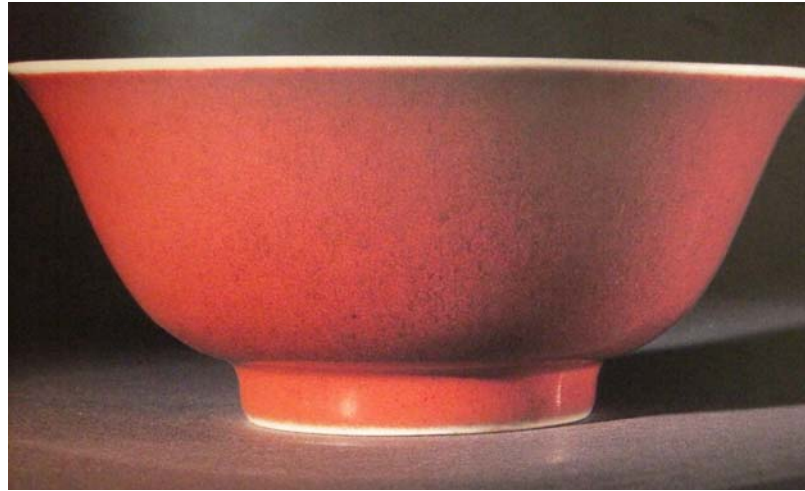


Resim 11: Ming Hanedanlığı Yongle dönemine (1403-1425) ait tek renkli bakır kırmızısı sırlı ayaklı kap. (Kaynak: WOOD, 2000, 177)

Ayrıca bu döneme ait düz, ince Hongwu tabakları ile saplı fincanlardan, klasik Ming işlerine doğru bir yönelim olmuştur. Rölyefli kaplar nadiren üretilirken, bezemeleri basit formların üretimleri daha fazla olmuştur.¹¹

¹¹ Wood, a.g.e., 177 s.

1426-1435 yılları arasında hüküm süren İmparator Xuande dönemi, aynı zamanda porselenin de hüküm sürdüğü, kırmızının en başarılı olduğu dönemdir. Bu dönemde ek renkli bakır kırmızılarının kalitesi geçilemeyecek, en üst seviyeye ulaştı. Genelde öküz kanı kırmızısı olarak adlandırılan bakır kırmızılarının bu dönemdeki en güzel tek renkli örneklerine “xianhong” taze kırmızı denir.¹² Bu dönemde, sıraltı bezemelerinde kullanılan mavi, sır üstü bezeme tekniğiyle birlikte kullanılmaya başlanmıştır. Bakır kırmızı tek renkli porselenleri, Xuande döneminin törensel işleri oldu. Şangay Seramik Enstitüsünün çalışmaları, sır kompozisyonunun basit fakat pişirimin oldukça karmaşık olduğunu göstermiştir. Kırmızı sırda, mavi ve beyaz bezemeli işlerdeki saydam sır içeriğine göre % 0.5-1 miktarı kadar bakır oksit fazlalığı belirlenmiştir. Bakırın yaklaşık yarısı pişirim sırasında buharlaşarak kaybolduğundan, kullanılan bakır miktarı çok önemlidir. Çok az bakır renk vermez, çok fazlası ise sırlı koyu kahverengiye dönüştürür. Yakından bakıldığında, kırmızı sırlı Xuande işleri, çoğunlukla homojen olan Qing dönemi (1644-1911) kopyelerine göre benekli bir görünüme sahiptir.¹³



Resim 12: Xuande dönemine tarihlenmiş (1426-35) kaliteli Jingdezhen bakır kırmızı sırlı kase.
(Kaynak: VAINKER, 1997, 187)

¹² Zhang Fukang, “Scientific Study of Sacrificial Red Glazes”, Ed.: Rosemary E. Scott, **Chinese Copper Red Wares**, Percival David Foundation of Chinese Art Monograph Series No.3, Jolly & Barber Ltd., Rugby, Warwickshire, 1992, 36 s.

¹³ Vainker, **a.g.e.**, 187 s.



Resim 13: Xuande dönemine tarihlenmiş (1426-35) kaliteli bakır kırmızı sırlı tabak.

(Kaynak: eloge.deart.canalblog.com)

Yapılan çalışmalara göre Xuande bakır kırmızısı sırları, standart Xuande mavi ve beyaz porselen sırlarına çok benzemekle birlikte, içlerinde hafif potasyum oksit fazlalığı ve az miktarda bakır ilavesi vardır. Profesör Zhang Fukang pişirim sırasında bakırın yaklaşık yarısının buharlaştığını, bunda orijinal bakır oksit ilavesinin % 0.4-0.6 kadar olduğunu belirtmiştir. Bildirilen önemli diğer buluş da, Xuande sırlarında bulunan kuprous oksit (Cu_2O) ve metalik bakır tanecik boyutlarının sırasıyla 10-20 nm ve 25-45 nm (1nanometre= 10^{-9} mm) olduğudur.¹⁴

Xuande dönemini takip eden üç imparatorun dönemi seramik açısından uzun bir belirsizlik dönemi olarak kabul görmüştür. İmparator Zhangtong (1436-1449), İmparator Jingtai (1450-1456) ve İmparator Tianshun (1457-1464) kendi dönemlerinde, porselen üzerinde etkili olamamışlardır, bu nedenle de 15. yüzyılın ortasına atfedilen önemli bir seramik işini tanımlamak zordur. 1436 ve 1465 dönemleri arasında, Chenghua'nın tahta çıkmasına kadar, Jingdezhen'deki imparatorluk üretim yerlerinin pek çoğunun kapandığı düşünülmektedir. Gerçekte bu üç imparator döneminde porselenlere rekor sayıda bir talep gelmiştir. Hanedanlığın 8. İmparatoru olan Chenghua (1465-1487) döneminde iyi seramik işler nadir bulunmaktaydı. Xuande işlerinden en önemli farkları sıraltı mavi bezemedeki

¹⁴ Wood, a.g.e., 179 s.

tonlama idi. Başlangıç dönemdeki Chenghua işlerindeki koyu renk, yerine göre siyah olmaktaydı.¹⁵

Hanedanlığın 13. İmparatoru olan Lung-Ching (1567-1572) döneminde de hükümet için talep edilen porselen miktarı yüksekti. Gelen aşırı talepler nedeniyle, bakır kırmızısı yerine demir kırmızısı (fanfung) kullanımına izin verilmesi, sırın gizeminin kaybolmasına neden olmuştur. Böylelikle demir kırmızısı, sıraltı bakır kırmızısının yerini almıştır.¹⁶

Jingdezhen’de 15. yüzyıl sonu, 16. yüzyıl ve 17. yüzyıl başı boyunca “xianhong” sırlarının yok oluşu konusunda, tam bir netlik yoktur. Buna karşın Jingdezhen’li çömlekçiler klasik bakır kırmızısı porselenlerin gelişmesi için, 15. yüzyıldan, Qing Hanedanlığı (1644-1911) Kangxi İmparatorluk dönemine kadar (1662-1722) ciddi çabalar göstermişlerdir. Kaybolmuş olan bakır kırmızısı sırın gizemi başarılı bir şekilde çözülmüş, aynı zamanda “langyao” sırları, “şeftali çiçeği sırları” ve Çin’de Jun kırmızısı olarak tanınan “flambe” denilen üç yeni tipte bakır kırmızısı sırların etkileri geliştirilmiştir.

Xuande “xianhong” porselenlerinin Qing kopyeleri, Ming orjinallerinden sayıca çok fazladır. Birbirlerinden ayırmak bazen güç olmakla birlikte, Qing kırmızı sırları soluk görümlü olup, iyi Ming örneklerine göre daha incedirler. Çin’de sıklıkla Xuande orjinallerinin törensel anlam ifade etmelerinden ötürü, bunlar “Jihong sırları” (kurban kırmızısı-öküz kanı) olarak bilinirler. 15. yüzyıl başlangıç dönemi “xianhong” sırlarının Qing kopyeleri, Ming orjinalleri ile kıyaslandığında; kalsiyum açısından zengin, alüminyum olarak yüksek, silika oranı düşük ve alkali karakterli tesbit edilmiştir. Yüksek kalsiyum ve düşük silika içeriği, sırın eriyebilirliğinin fazlalığını gösterir, fakat bu yüksek eriyebilirlik bir yere kadar yüksek alüminyum ve düşük alkali düzeylerince dengelenmiştir.¹⁷

¹⁵ Vainker, **a.g.e.**, 191 s.

¹⁶ Tichane, **a.g.e.**, 13 s.

¹⁷ Wood, **a.g.e.**, 180 s.



Resim 14: Bakır kırmızısı (Jihong) sırlı şapka şekilli çanak, Qing hanedanlığı Kangxi dönemine (1662-1722) atfedilir. (Kaynak: gettysburg.cdmhost.com/cdm4/results.php?CISOOP1)

15. yüzyıl başı bakır kırmızısı işlerin benzerleri, 17. yüzyıl sonu ve 18. yüzyıl başında Jingdezhen’de, daha ziyade Ming dönemi törensel işlerine bir saygı niteliğinde üretilmişlerdir. Bu “xianhong” kopyelerine çok benzeyen sırlar, Kangxi döneminde daha çağdaş formlar üzerinde kullanılmış olup, bunlar Çin’de alışılmış şekilde “langyao” kırmızıları (Lang işleri) olarak bilinirler. Bilim adamları Lang sözcüğünün 1705-1712 yıllarında Jingdezhen krallık fırınlarında yöneticilik yapan Lang Tinji’ye gönderme yaptığını düşünmektedirler.



Resim 15: Kangxi dönemi (1700), Jingdezhen fırınlarında yapılmış bakır kırmızı sırlı porselen kase. (Kaynak: WOOD, 2000, 181)

“Langyao” kırmızıları, Kangxi “xianhong” kopyelerinden daha kalın, kırmızımsı ve daha camsı özelliktedirler. Pişirim sırasında işlerin üzerinde, sır aşağıya doğru aktığı için Çin raporlarında “lampwick” etkisi olarak adlandırılan, yoğun beyaz kenarlar mevcuttur.¹⁸ Parlak kan kırmızısı olan “langyao”, Fransızca ismi ile “sang de boeuf” olarak yaygın şekilde bilinir ve bugünün en kıymetli tek renklerinden biridir. Kangxi dönemi “sang de boeuf”ün belirgin özellikleri, alt katmanlarda değişen, hatta bazı yerlerde bütünüyle kaybolan parlak kırmızı, hafif bir şekilde tüm sır üzerine yayılan kraklenin varlığı ve ayak kenarlarında sırnın son bulmasıdır.¹⁹

¹⁸ Wood, **a.g.e.**, 181 s.

¹⁹ Tichane, **a.g.e.**, 15 s.



Resim 16 : Bakır kırmızısı sır ile sırlanmış porselen vazo, Jingdezhen, Yongzheng, 1723-35.
Courtesy of the Trustees of the Victoria and Albert Museum. (Kaynak: SCOTT, 1992, 65)



Resim 17: Elma formunda su kabı, Qing hanedanlığına (1736-1765) tarihlenir.
(Kaynak: eloge.deart.canalblog.com)

Jingdezhen'deki büyük Kangxi yeniliklerinden birisi de, Çin'de aynı zamanda "güzelin utancı", "bebeğin yüzü", "fasülye kırmızısı" ya da "sarhoş edici güzellik" olarak da bilinen "elma kırmızısı" veya "şeftali çiçeği" sıridir. Pembemsi kırmızılık gösteren bu bakır bazlı sır, arasına pembe-kırmızı zemin üzerinde güzel yeşil

lekelerle donatılmış halde bulunur. Sır bazen hassas kızaran bir cilt etkisi verirken, bazen olgunlaşan meyve etkisi gösterir. “Şeftali çiçeği” sırları daha çok bilim adamlarının masalarının üzerinde, fevkalade kaliteli küçük porselen işlerin üzerlerinde kullanılırlardı.



Resim 18: Qing Hanedanlığı, Kangxi dönemine ait (1662-1722) metal ağızlı, şeftali çiçeği sırlı su çömleği. (Kaynak: WOOD, 2000, 182)

Jun kırmızısı, başka bir Qing yeniliği olup, bu terim halen Jingdezhen’li çömlekçiler tarafından, tek renkli parlak kırmızı porselen sırlarının tanımlanmasında kullanılmaktadır. Ama bu sırlar, Henan Jun işlerinde görünen zengin ve karmaşık bakır kırmızısı kalitesinden uzak görülmektedir. 1727’den sonraki tarihlerde yapılan Jingdezhen Jun işleri, kurşun oksit ile geliştirilen yüksek sıcaklıklı bakır kırmızısı sırları idi.



Resim 19: Sang de boeuf sırla sırlanmış porselen vazo, Jingdezhen, 18. yüzyıl başı. Courtesy of the Ashmolean Museum. (Kaynak: SCOTT, 1992, 66)

18. yüzyıl ortaları ve 19. yüzyılda kurşun içeren Jingdezhen Junları, standart Jingdezhen tek renkli kırmızı porselen sırları olmaya başlamışlar, başlangıç döneminin Qing “langyao” ve “xianhong” kopyaları giderek terkedilmişlerdir.²⁰ Günümüzde halen Çin’in Jingdezhen bölgesinde geleneksel fırınlarda, bakır kırmızısı sırlı işlerin üretimleri sürmektedir.²¹

²⁰ Wood, **a.g.e.**, 183,184 s.

²¹ Tichane, **a.g.e.**, 154 s.



Resim 20: Langyao bakır kırmızısı sırlı obje, Qing Hanedanlığı (1800-1840).
(Kaynak: gettysburg.cdmhost.com/cdm4/results.php?CISOOPI)



Resim 21: Şeftali çiçeği sırlı (jiang dou hong) geniş ağızlı kase, Qing Hanedanlığı, 19. yüzyıldan 20. yüzyıla konumlanır. (Kaynak: gettysburg.cdmhost.com/cdm4/results.php?CISOOPI)



Resim 22: Qing Hanedanlığı, 19.yüzyıl, flambe sırlı buhurdanlık.
(Kaynak: elogedelart.canalblog.com)



Resim 23: Qing Hanedanlığı son dönemi, flambe sırlı vazo.
(Kaynak: elogedelart.canalblog.com)

Bakır kırmızılıarı ile ilgili batıdaki ilk literatür belgeleri, Fransız misyoner Pere d'Entrecolles'in üstü Pere Orry'e göndermiş olduğu iki mektuptur. Pere d'Entrecolles, Çin'den Fransa'ya 1712 ve 1722 tarihlerinde seramik üretimi ile ilgili iki mektup göndermiştir. İlk mektubunda Çin'lilerin demir sülfatı fırın içerisinde işlemde geçirerek kırmızı ferrik oksit oluşturduklarını, bunun sonucunda sırlar için kırmızı renkler meydana getirdiklerini yazmış olan Pere d'Entrecolles, ikinci mektubunda demir kırmızısının sadece sırüstü rengi olduğunu, sır içinde bakıra bağlı olarak daha iyi bir kırmızı bulunduğunu bildirerek, yapabildiği kadarıyla bakır kırmızısının oluşumunu sağlayan maddeleri ve tekniğini tanımlamaya çalışmıştır.

Pere d'Entrecolles ilk mektubunu yazdıktan kısa bir süre sonra, porselen yapımının gizi Almanya'da Böttger tarafından çözülmüş, sonra Almanya ve Fransa başta olmak üzere tüm Avrupa'ya hızlı bir şekilde yayılmıştır. Avrupa'da porselenin başlangıcı aşağı yukarı 1720 yılına tarihlenir, bir bilim dalı olarak kimya ise, Lavoisier'in "Kimya Üzerine İlk Tez" adlı makalesinin yayınlanmış olduğu 1789 yılına konumlanır. Böylelikle seramik ve kimya bilimleri aynı zamanlarda evrimleşerek, yayılmaya başlamışlardır.

1844 yılında Sevres fabrikasının yöneticisi M. Brongniart'ın isteği sonucu, Çin'li Katolik rahip Father J. Ly çeşitli maddeler toplayarak, Sevres'e göndermiştir. Yüksek dereceli bakır kırmızısının üretimini yapan ilk bilim adamları Fransız Ebelmen ve Salvétat olup, 1852 tarihli anılarında, maddelerin kompozisyonlarını ve Çin porselen bezemesinde kullanılanları detaylı olarak bildirmişlerdir.²² 1882 yılında Hankow Fransız Konsolosu M. Scherzer, örnekler toplamak ve Çin'lilerin sırları yaparken kullandıkları teknikleri öğrenmek amacı ile Ching-te-chen'e bir seyahat yapmıştır. Sevres Porselen işleri direktörü M. Brongniart'ın istekleri ve önerileri doğrultusunda yapılan gezi başarılı olmuş, M. Scherzer çok sayıda örnekle birlikte, Çin'lilerin bakır kırmızısı sırları ve sıraltı bakır kırmızılıarı ile ilgili teknik bilgiler elde etmiştir.²³ M. Scherzer tarafından toplanan maddeler, Fransa'da Sevres Laboratuvarlarında yönetici olan M. Georges Vogt'un denetimi altına geçerek, Vogt

²² Tichane, a.g.e., 235 s.

²³ y.a.g.e., 273 s.

tüm örnek maddeleri büyük bir dikkatle, başarılı bir şekilde analiz etmiş ve 1899 yılında bu analizlerin sonuçlarını yayınlamıştır.

Ebelmen ve Salvetat öncülüğünde yapılan çalışmalar, daha sonra Almanya'da Herman Seger, Sevres'de Lauth, Dutailly ve Vogt tarafından devam ettirilmiştir. Bunlardan başka, birçok bilim adamı bakır kırmızısı sırlarla ilgili deneyler yapmışlar, bununla birlikte sadece bir kaç elde ettikleri sonuçları literatürde yayınlayarak paylaşmışlardır. Daha sonraki yıllarda yayınlanan en bilimsel ve ayrıntılı makale, 1959 yılında American Ceramic Society dergisinde S. F. Brown ve F. H. Norton tarafından yayınlanmıştır. Bakır kırmızısı alanındaki yeni keşif ve araştırmalar halen sürmektedir.²⁴

²⁴ Tichane, **a.g.e.** 8 s.



Harita: Hanedanlıklar dönemi Çin. (Kaynak: VAİNKER, 1997, 217)

2. BÖLÜM

BAKIR KIRMIZISI SIRIN OLUŞUMU VE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

2.1. BAKIR KIRMIZISI SIRIN OLUŞUMU

2.1.1. Bakır Oksidin Sır Bünyesinde Renklendirici Olarak Kullanımı

Saf metalik bakırın parlak yüzeyi pembe-portakal rengindedir. Sır yapısında varolan bakır; bakır atomunun düzenine, polarizasyonuna, değerliğine, etrafındaki oksijen sayısına ve düzenine, metalik bakır (Cu), bakır I iyonu (Cu^+) ve bakır II iyonu (Cu^{+2}) arasındaki dengeye, oluşturduğu çözünme veya çökelti düzeyine göre, ışığı absorbe ederek çok çeşitli renkler verdiği gibi renksiz de olabilir.

Sırlarda yükseltgenmiş durumda bulunan bakır ve bileşikleri; iki değerliğiyle siyah, yeşil, turkuaz, mavi renkler verirken, indirgenmiş durumda bakırın bir değerliği veya metalik bakır ile kırmızının tüm tonlarını, kahverengi, sarı, mor renkleri vermektedir.

Yükseltgenmiş (oksitlenmiş) bakır oluşumu kuprik oksit (CuO), bakır II oksit, melakonit, ya da tenorit olarak da adlandırılan gri-siyah renkte bir mineraldir. Bu bileşik sırnın içinde fazla miktarda bulunursa (% 4 veya daha fazla), sır yapısında çözünmeyip, soğurken kristaller oluşturarak, sıru siyaha boyar. Aydınlık ortamda büyüteç ile bakıldığında, yeşil-kahverenginin tonları seçilir. Eğer saydam bir sır içine % 2-3 oranında kuprik oksit konursa, sır çözeltisinde tamamen çözünen kuprik oksit, oksijenden ayrılarak bakır II iyonlarını (Cu^{+2}) verir. Bu durumda sır içersinde kristal parçacıkları kalmayarak, kuprik iyonları sırları mavi veya yeşil renklere boyarlar. Sırın mavi veya yeşil olması, sırnın yükseltgenme (oksitlenme) durumuna ya da sırnın yapısına bağlıdır. *“Bakır camlarının renk ve ışık absorpsiyonu iki faktöre bağlıdır: 1. Bakır II iyonlarının (Cu^{+2}) tanzim sayısına ve çözünmesine, 2. Bakır I iyonu (Cu^+) ve bakır II iyonu (Cu^{+2}) arasındaki dengeye. Bu denge erime sıcaklığından*

etkilenecek, genelde sıcaklığın yükselmesi ile düşük değerliğin yönüne doğru kayarlar. Yüksekletgen (oksitleyici) ortamdaki bakır düşük sıcaklıkta mavi iken, yüksek sıcaklıkta yeşildir.”²⁵ Öte yandan, yüksek alkalili ortamın, yükseltgen (oksitlenmiş) durumu sürdürmenin en kolay yolu olduğuna dair düşünceler vardır. Bu nedenle soda-kireç tipi yüksek alkali camlarla yükseltgenmiş (oksitlenmiş) eriyikler oluşturarak, mavi renk üretme olasılığı vardır. Bor-silikat ve kurşun-silikatlı sırlar yeşil tonları verirken, alkali-kalsiyumlu sırlar mavi renkleri üretirler. Weyl; borik asit, titan dioksit, alüminyum oksit, kalsiyum oksit, baryum oksit veya magnezyum oksitin alkali ile yer değiştirmesi durumunda, mavi sıranın yeşile dönüştüğünü belirtir.²⁶ Bu renkler, seramik dünyasında binlerce yıldan bu yana kullanılmakta olan en eski ve en yaygın renklerdir.

İndirgenmiş bakır oluşumları bakır I oksit (Cu_2O) ve metalik bakırdır (Cu). Kuprous oksit; bakırIoksit, kuprit veya kırmızı bakır oksit diye de adlandırılan, havada uzun süre sabit kalamıyarak yavaşça bakır II okside (CuO) dönüşen, rengi kırmızı-kahve olan bir mineraldir. Sertleşmiş sır içerisinde yeterli büyüklükte bulunan bakır I oksit kristalleri, re-oksitlenerek örtücü sırları parlak kiremit kırmızısı renklere dönüştürürler. Bakır I oksit kristalleri, Çin bakır kırmızısı sırlarda az miktarda bulunabilir.²⁷ Tichane bakır I kristallerinin daha çok Mısır kırmızı camlarında bulunduğunu, genelde kırmızı renk olarak tanımlandığını, 100 kat büyütme ile aydınlık ışıpta incelendiğinde, garnet (lal) rengi portakal-kırmızı-kahve renginde olduğunu ve kesinlikle yakut kırmızısı olmadığını belirtir. Daha küçük bakır I oksit kristalleri ise nötr atmosferde sıra, sarı renk vermektedir. Sırlarda bakır I oksitten gelen sarı renk açık olduğu için farkedilmeyebilir.²⁸ Bakır I oksit sır içinde çözüldüğü durumlarda, oksijenden ayrılarak, bakır I iyonlarını (Cu^+) verir. Az miktarda bakır I iyonları sır içerisinde hemen hemen renksiz iken, daha fazla miktardaki bakır I iyonları açık sarı renktedir. Bakır I iyonları metalik bakır atomlarına (Cu) oldukça kolay indirgenir. Bakır I oksit, bakır II oksidin nötr atmosfer

²⁵ W. A. Weyl, **Coloured Glasses**, Richard Clay and Company, Ltd., Bungay, Suffolk, 1954, 163 s.

²⁶ **y.a.g.e.**, 164 s.

²⁷ Nigel Wood, **Chinese Glazes**, University of Pennsylvania Press, Pennsylvania, 2000, 168 s.

²⁸ Robert Tichane, **Copper Red Glazes**, Krause Publication, Wisconsin, 1998, 147 s.

içerisinde 1000°C derecenin üzerinde ısıtılıp, termal olarak ayrılmasıyla elde edilir. Weyl, “*Erime sıcaklığı arttıkça bakır I iyonların konsantrasyonu artar.*” der.²⁹ Tichane’nın yaptığı deneylerde, bakır I oksit nötr atmosfer içerisinde, 1800°C dereceye kadar ısısal ayrılma göstermeyerek ve yükseltgenmeyerek (okside olmayarak), yüksek sıcaklıklara dayanıklılığını göstermiştir, ancak hidrojenli ortamda ısıtıldığında, hidrojenin girebildiği yerlerde kırmızıya dönüşmüştür. Cam içerisindeki sarı rengin nedeni bakır I iyonu olup, oksit formunda ya da silikat formunda 600°C derecede hidrojen verilerek, sarı renk kırmızıya çevrilebilir.³⁰

Bakır I oksit 1800°C derecede ısısal ayrılma sonucu, metalik bakıra dönüşür. Bakırın son indirgenmiş oluşumu metalik bakır (Cu) atomudur. Camlar tamamen indirgenmediği durumlarda, bakır kırmızısı rengini alır. Yüksek sıcaklıkta sıvı halde bulunan bakır atomu, sıcaklık bakırın erime noktası olan 1083°C’den aşağıya düştüğünde kristalleşir. Eğer soğuma çok yavaş değilse, kalan bakır parçacıkları çok küçük olurlar (20-50nm) ve saydam sıra, ışığı hem geçirirken hem de yansıtıran yoğun kırmızı renk verirler. Bakırın bu süspansiyon ve çözelti arasındaki en iyi denge hali, koloidal olarak tanımlanır. Biraz daha kaba bakır, ışığın geçişinde mavi fakat yansımada kırmızı renk verecektir. Bakır atom yığınlarının daha da büyüdüğü durumlarda, bakır kırmızıları bozularak karaciğer ya da çamur rengi bakır kırmızısı verirler.³¹

Koloidal hal, iki fazın bekletilmesiyle ayrılmayan yarı homojen, yarı saydam olan karışımlara denir. Madde, çapları 10Å°-1000Å° (1Ångstrom=10⁻⁸cm) arasında bulunan parçacıklara bölünmüş haldedir. Koloidal parçacıklar ışık tayfının bir kısmını absorblayarak, kendi renklerini verdikleri gibi, ek olarak koloidal yapıda olduklarından dolayı beyaz ışığı muhtelif şekilde dağıtırlar. Dağılan dalga boylarının verimi veya şiddeti, koloidal maddenin şekil ve büyüklüğüne bağlıdır. Bu şekildeki dağılmalar, geçirmeyen ışıkta mavi, geçirgen ışıkta ise kırmızı renkte görülürler.³² . Bu durum, parçacıkların çözünmediği ve sıvı bir parçası olmadığı zaman, oluşur.

²⁹ Weyl, **a.g.e.**, 162 s.

³⁰ Tichane, **a.g.e.**, 121 s.

³¹ Wood, **a.g.e.**, 168 s.

³² İbrahim Özdemir, **Genel Anorganik ve Teknik Kimya**, Arı Kitabevi Matbaası, İst. 1970, 221 s.

Bunlar sıra katılaştığında bile askıda olan parçacıklardır. Bu parçacıklar ışığın dalga boyundan daha küçük hacimde olmalarından dolayı, bazı ışık dalga boylarını engelleyerek renkli efekler oluştururlar. Klasik Çin “sang-de-boeuf” kırmızısı, koloidal bir bakır sıradır. Kırmızı renk, parçacık hacimlerinin neden olduğu sarı ve mavi renk değişimleri ile birlikte ortaya çıkar. Koloidal ortamdaki taneciklerin çok küçük olmasıyla sarı, orta boyda olmasıyla kırmızı ve büyük boyda olmasıyla mavi renk oluşur.³³

2.1.2. İndirgenme, Kalay Oksit ve Demir Oksidin Rolü

İndirgenme; oksijenin azaldığı ortamlarda, metal oksitlerin oksijenini kaybederek, metal atomunun değerliğinin düşmesidir. Oksidin, yüksek değerlikten düşük değerliğe inmesiyle, sırda ve kilde renk değişiklikleri ortaya çıkar, alkalilerin etkisi artarak, Ateş Arcasoy’un belirttiği gibi “*redüksiyonlu pişirimde, çamur içindeki eriticiler daha etkili olduğundan, çamurun yumuşaması da artar.*”³⁴ Böylece aynı metal oksidin değerliğini değiştirmesi, bünye ve sıran bütünleşmesiyle farklı renkler ve etkiler elde edilir. Örneğin yeşil mavi sırlar kırmızıya, kalaylı sırlar metalik lüsterlere, kırmızı kil çömler ise siyaha dönüşebilirler.

İndirgenme; pişirim ve soğuma sırasında çömlerinin etrafındaki atmosferin oksijenini azaltıp, indirgeyici ajan olarak karbon (C) ve karbonmonoksit (CO) oluşturarak gerçekleştirildiği gibi, oksijenli bir atmosferde sır içerisinde indirgeyici ajan olarak kalay IV oksit (stannik oksit SnO₂), demir III oksit (ferrik oksit Fe₂O₃) ve silisyum kabit (SiC) kullanarak da sağlanabilir. Böylelikle oksijenini kaybederken rengi değişen metal oksit, farklı etkiler yaratır. Genelde indirgeme için gerekli olan ortam fırın içindeki ortamdan sağlanır. Fırın içindeki ortam bol oksijen içerirse, buna yükseltgen veya oksidan ortam denir, oksijenden yoksun olduğunda ise bu ortama dumanlı, redüktif veya indirgen ortam denir. Bir fırın atmosferi sıklıkla yükseltgen

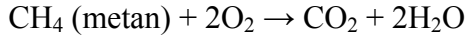
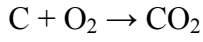
³³ Frank & Janet Hamer; **The Potter’s Dictionary of Materials and Techniques**, Philadelphia, 1997, 68 s.

³⁴ Ateş Arcasoy, **Seramik Teknolojisi**, Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Ana Sanat Dalı Yayınları No:1, İst. 1983, 101 s.

ve indirgen ortamlar arasında dalgalanır, ve buna da nötr ortam denir. Mühürlenmiş mufflar ve sagnarlar genelde nötr ortama sahiptirler.

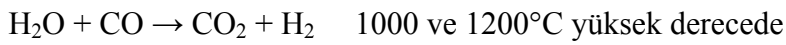
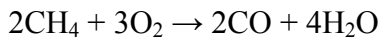
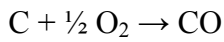
Eğer ortam yeterince sıcaksa katı, sıvı ve gaz yakıtlar karbona ayrılır ve karbon dioksidi oluşturmak için atmosferdeki oksijen ile birleşerek yanar.

Yükseltgen ortamda:

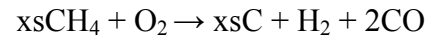


İndirgenmenin başarılabilmesi için, fırın içindeki oksijenin doğru zaman ve sıcaklıkta azaltılması gerekir. Bu gazlı ya da katı yakıtlı fırınlarda, bacanın çekişinin azaltılması veya bacanın tümüyle kapatılmasıyla sağlanırken, elektrikli ve gaz-muffle fırınlarda ise odun, kömür, naftalin, kavak v.s. gibi yanıcıların ilave edilmesiyle elde edilir. Ortamdaki yetersiz oksijen nedeniyle yanma tamamlanmayarak, katı yakıtlar, yağ yakıt (fuel-oil) ve gaz kısmen karbon dioksit dönüştürerek karbon monoksidi oluşturur. Yetersiz oksijen nedeniyle tamamlanmamış yanma olduğunda, duman ve yakıt fazlalığı ortaya çıkar. Oksijene aç karbon monoksit, kil ve sır içindeki kararsız metal oksitlerin oksijenini alarak, metalleri indirger ve karbon dioksit oluşturur. Kısacası bu değişimi elde etmek için, karbon, iyi bir şekilde ayrılmış olmalı ve yapıdaki metal oksitten oksijeni alması için yeterince sıcak olmalıdır.

İndirgen ortamda:



Yakıtın fazla olduğu, ağır indirgen ortamda:



Bu reaksiyonda metan gazı termal çatlama sonucu karbon (C), hidrojen (H) ve karbon monoksit (CO) dönüşür. Gözenekli sırlarda karbon sıranın gözeneklerine girer ve bu sırada sır erirse, oksijenin erimiş olan bir sıra nüfuz etmesi zor olduğundan, karbon sır içersinde hapsolarak, sır gri ve mat bir renk alır.³⁵

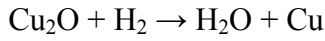
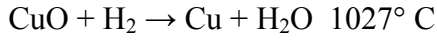
³⁵ Tichane, a.g.e., 94 s.

İndirgenen metal oksitlerin oksijene olan bağılıkları farklılıklar gösterdiğinden, indirgenme sırasında bazı metal oksitler diğerlerine göre daha zayıf bağlarla bir arada tutulurlar. Antimon oksit zayıf bir indirgenmeden bile etkilenir ancak rengini geliştiremez. Antimon oksit, oksitlenmiş sırlar için kullanılır. Kalay oksit de zayıf bir indirgenmeden etkilenir, bu sırada sır erimemişse, olası sır gri renge indirgenecektir. Sır erimiş ise sadece yüzey, beyaz bir sır üzerinde yanar dönerlik vererek değişir. Bu nedenle kalay oksit rakuda olduğu gibi soğuma sırasında üretilmiş indirgen etkiler için uygundur. Kurşun, bizmut, bakır, çinko, nikel, kobalt, demir ve mangan oksitleri ile kurşun silikat, indirgenmenin daha ağır olduğu şartlarda etkilenirler.

Kurşun oksitin eritici olarak gerektiği durumlarda, görüldüğü kadarıyla bizmut ve bakır oksit, kurşun oksidin zararlarından etkilenmeden indirgenemezler. Neyse ki kurşun oksit hızlı bir şekilde re-okside olur ve ek olarak da silikat formun indirgenmesi zordur. Böylece bizmut ve bakır oksitler kurşunlu sır içinde ve kalay oksit gibi 700°C derecenin altında indirgenebilirler. Çinko, nikel, kobalt ve mangan oksitlerin indirgen durumda varlıklarını sürdürebilmeleri zordur. Çinko oksit indirgendiğinde, buharlaşma ile kaybolur. Demir oksit ise 700°C derecenin üzerinde indirgenir ve sabit bir yapıya geçer. Alüminyum, vanadyum, titanyum, baryum, magnezyum, krom, kalsiyum, sodyum, potasyum, silisyum oksitlerinin indirgenmeleri, çömlekçi fırınlarının kapasitesinin ötesinde çok güçlü bir indirgenme gerektirir. Çömlekçi şartlarında onların kullanımını tamamen oksijenli durumdadır.³⁶

³⁶ Hamer, a.g.e., 283 s.

Bakır oksidin indirgenmesi, raku pişiriminde 400°C kadar düşük sıcaklıkta, atmosferin değiştirilmesi ile kolaylıkla gerçekleştirilir. Oksijene aç olan karbon monoksit, sır içerisindeki siyah bakır oksitten oksijeni çekerek, sırası siyah ve yeşilden kırmızı duruma indirger.³⁷



Hidrojen ve karbon monoksit bakırın tamamını metalik bakıra indirger. Hidrojen atomu küçük boyutu sayesinde camın içine işleyebilir, böylece uygun sıcaklıkta camı kırmızıya dönüştürebilir. İndirgemenin sır erimeden gerçekleşmesi gerekir.

Sır içindeki bakırın konsantrasyonu, bakır oksidin % 1'i veya daha fazlası ise, kırmızı renk örtücü kahverengiye veya örtücü mor renge doğru dönüşür. Parlak kırmızılar, bakır oksidin konsantrasyonunun % 0.5'den az olduğu alkali sırlarda görülür. Kırmızı renk, kalay oksit tarafından sabitlenir. "Flambe" ve "sang de boeuf" olarak adlandırılan bu parlak kırmızılar, koloidal bakırın sonucudur ve bakır oksit tam olarak metal duruma indirgenir.

B. Bogitch; sodyum silikat eriyiği içinde çözülmüş olan bakır oksidin, artan bir şekilde karbon monoksit içeren gaz karışımları ile olan indirgenme reaksiyonları üzerinde çalışmıştır. % 2.5'i karbon dioksit (CO₂) ve karbon monoksit (CO) içeren karışım, kuprous iyonlarının oluşumunun ilk belirtileri olan yeşilimsi renk tonuna, dönüşecek mavi eriyiğe neden olmuştur. Karbon monoksidin % 9 düzeyindeki varlığı, tüm bakır II iyonlarının (Cu⁺²) bakır I iyonlarına (Cu⁺) indirgenmesi için yeterli olup, bu durumda rengin kaybolduğu görülmüştür. Karbon monoksidin yüksek düzeydeki varlığı ise, kırmızı renk ve metalik bakır çökeltisi ile sonuçlanmıştır.³⁸ Sırın aşırı şekilde indirgendiği durumda, ham sır içinde sıkışan karbon sırası matlaştırıp, rengi gri-siyah yapar.

³⁷ Hamer, **a.g.e.**, 77 s.

³⁸ Weyl, **a.g.e.**, 162 s.

K. Fuwa, bakırlı camlar üzerinde, antimon, arsenik, kalay ve tartar kreminin etkilerini çalışmıştır. Yeterli miktarlarda bulunan bu indirgeyici ajanların herbiri, metalik bakır çökeltisine neden olmuştur.³⁹

Bakır oksitli indirgen pişirilmiş sırların bir tipi de lüsterdir. Bakır lüsteri % 2-8 arasındaki bakır oksidin ağır indirgenmesi sonucu, sırn yüzeyinde metalik bakır film tabakası oluşmasıyla elde edilir. Yakut lüsteri ise metalik bakır ve kırmızı bakır sır arasında olan bakır lüsteridir. Lüstersi parlaklığın arka planında kırmızı renk oluşur ve mora eğilimli koyu kırmızı olan bu lüsterde “ruj alevi” de denir. Yakut lüsterini elde etmenin üç yolu vardır. Birincisi bakır lüsteri uygulamasında kullanılan bakır miktarının azaltılmasıdır. İkincisi daha sert olan ham sır üzerine pigment olarak sır, bakır bileşiği ve az demir oksit uygulanmasıyla elde edilir. Diğer üçüncü tipte ise kalay oksitle örtücü hale getirilmiş pişmiş beyaz sır üzerine, pigment olarak kırmızı kil, bakır bileşiği ve yapıştırıcı uygulanıp, pişirilerek, pigmentin bakır sıra geçmesi sağlanır, daha sonra macun temizlenir.⁴⁰

Kalay oksidin ve demir oksidin rolü için pek çok araştırmacı ve yazar, bakır kırmızı sır ve camlarda yardımcı indirgeyici ajan olarak olumlu etki yaptığını ve tarihten bu yana bakır kırmızısı sırlarda kullanıldığını yazmaktadırlar.

*“Başlangıç dönemi Çin sırları analiz edildiğinde, bakırın kalay oksidin daha az miktarıyla birleşmiş olduğu görülür.”*⁴¹ Nigel Wood’un bu tesbitine karşın, Vogt erken dönem Çin bünye ve sırlarının hemen hemen yapılan her analizinde, en azından kirletici madde olarak demir oksidin % 1 veya daha çok olduğunu ve bu miktarın kırmızı renge zarar vermeksizin kimyasal reaksiyon için yeterli bir indirgeme sağladığını belirtir. Çin’lilerin yaptığı bakır kırmızısı Chun kaplarındaki başarılı sırlarda kalay olmayıp, kalay oksidin yerine demir oksit bulunmaktadır.⁴² Bunların yanısıra “1992 yılında Victoria ve Albert Müzesin’de Yuan sıraltı kırmızısı

³⁹ Weyl, **a.g.e.** 162 s.

⁴⁰ Hamer, **a.g.e.**, 288 s.

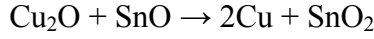
⁴¹ Wood, **a.g.e.**, 167 s.

⁴² Tichane, **a.g.e.**, 24 s.

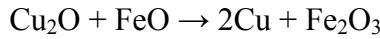
sırlar üzerine yapılan analizde bakır oksitlerin büyük oranda demir oksit ile karışmış olduğu görülmüştür.”⁴³

İyi, parlak bakır kristalleri elde edebilmek için stannous veya ferrous oksit ile kuprous oksit arasındaki reaksiyonun gerçekleşmesi gerekir:

Stannous oksit (kalay II oksitin) bakırı indirgemesi:



Ferrous oksidin (demir II oksidin) bakırı indirgemesi:



Son yükseltgenme ile (oksidasyonla) kuprous oksit elde edilerek, stannous veya ferrous oksidin varlığıyla, bakır yakut oluşumlarını sağlayan çok küçük bakır parçacıkları üretilir. Tichane, camlar üzerinde bakır oksit ve kalay oksitle yükseltgen (oksijenli) veya nötr atmosferde yaptığı deneylerde, yakut kırmızısı elde etmiştir. Yapmış olduğu deneyde, cama % 1 bakır I oksit ve % 2 kalay II oksit koymuş, soğuttuğunda, camın % 25'i kırmızı olmuştur. Bu oluşum 700°C derecede ısıtıldığında, özellikle geçen ışıpta tamamı yakut kırmızısı, yansıyan ışıpta ise siyah görünmüştür. Tichane indirgeme pişirimi yapmadan, indirgeyici ajan olarak kalay oksidi kullanıp, reaksiyonun soğuması sırasında kırmızıyı elde etmiştir.⁴⁴

Kalay oksit yükseltgen pişirilmiş sırlara az etki yapmasına karşın, indirgen pişirilmiş bakır içeren sırlarda güzel bakır kırmızılar üretmeye bir çok yönden yardım eder. Kalay oksidin çözünürlüğüyle ilgili olarak Weyl şunları söyler: “*Kalay oksit düşük sıcaklıklarda eriyen camlar için örtücüdür, yüksek sıcaklıklarda eriyen soda-kireç-silika camları için örtücü ajan olarak kullanılmaz. Erimiş silika gibi yüksek derecede eriyen camlarında, kalay oksit bir eritici olarak rol oynar. Silikanın eridiği sıcaklıkta kalay oksit çözünür. Bor oksitle, kalay oksidin çözünürlüğü azalırken; alkalilerle, çözünürlüğü artar.*”⁴⁵ Tichane, kalay oksidin indirgeyici ajan olması yanısıra, camın yapısını değiştiren çekirdeklenme ajanı gibi birkaç rolü olduğunu belirtir: “*kalay oksit bakır ile olan indirgenme-yükseltgenme reaksiyonlarına katılarak, bakır iyonlarının metalik bakıra indirgenmesinde önemli rol alabilir. Başka bir rolü ise yapısal durumdur, kalay oksit silika örgüsünü değiştirerek, bakır kırmızısı rengini etkiler. Diğer olasılıklar ise*

⁴³ Wood, a.g.e., 176 s.

⁴⁴ Tichane, a.g.e., 109 s.

⁴⁵ Weyl, a.g.e., 343 s.

bakır-kalay alaşımının oluşumu, camdaki bakır ve kalayın başka kimyasal bağ çeşitleri oluşturması ve tüm etkilerin bileşimidir.”⁴⁶ Tüm bunların yanısıra Weyl kalay oksidin kolloidal parçacıklar üzerindeki koruyucu etkisi olduğunu belirtmektedir: “ Bir metal kristali olduğu an, içe dönüp seçici bir şekilde daha ileri büyümeyi engelleyecek bariyeri sağlayan stannous iyonlarını çekerek, kolloidal alt bölünmeyi sabitleştirip, durdurur. Kalay bileşikleri sadece koruyucu kolloidler olarak davranmazlar, moleküler ve atomik bölünmeleri de sabitlerler.”⁴⁷ Aynı şekilde demir de kalay gibi bakırı çekme gücüne sahip olduğundan, bakırın sır içinde kolloidal şekilde kalmasını sağlar.⁴⁸

Kalay IV oksidin bakır II okside oranı moleküler bazda 1/1, ağırlık bazında ise 2/1 olur. Kalayla benzer etki yapan demir oksit, % 1-2 oranında seledon sır içinde, düz bir sıra kıyasla, bakırla daha iyi kırmızılar verir.⁴⁹ Weyl, Ebell’in çalışmaları için “İndirgeyici ajan olarak kalayın yerine % 1.5 Fe₃O₄ magnetite kullandı.”⁵⁰ der. % 1-0.5 demir oksitin eklenmesi veya sırlanmadan önce ince bir tabaka şeklinde uygulanması, daha parlak tonda bir kırmızı oluşturur. Demir oksit bazen açık olan bir sıranın re-oksidasyonunu önlemek için, sır üzerine uygulanır.⁵¹ Demir oksit ek olarak bakırın buharlaşmasını önlemek için de sır üzerine uygulanabilir.⁵²

Bakır oksit kolay yayılmasına karşın kalay oksit iyi yayılmadığından dolayı, iyi öğütülmeli, karıştırılmalı, iyi dağıtılmalı ve sır içine fritleştirerek katılmalıdır.

Tichane, içinde sadece bakır oksit bulunan bakır kırmızısı sır yapıldığında, renk kaybı olacağından, kırmızı rengi elde edebilmek için, kalay oksit veya demir oksit varlığında kullanıldığından daha fazla bakır ilave edilmesi gerektiğini belirtir. Vogt’un kalay oksit yerine demir oksiti tercih etmesine karşın, Tichane kalay oksiti tercih ettiğini söyler. Tichane, demir oksidin, rengi ve parlaklığı az da olsa azalttığını bildirir, kalay yerine indirgeyici ajan olarak demir kullanıldığında, demir fazlalığından oluşan sarı, mavi veya yeşil rengin bakır kırmızısı rengi bozmaya

⁴⁶ Tichane, **a.g.e.**, 107 s.

⁴⁷ Weyl, **a.g.e.**, 420 s.

⁴⁸ Robin Hopper, **The Ceramic Spectrum**, Krause Publications, Wisconsin, 1984, 118 s.

⁴⁹ Tichane, **a.g.e.**, 107 s.

⁵⁰ Weyl, **a.g.e.**, 423 s.

⁵¹ Daniel Rhodes, **Clay and Glazes for the Potter**, Chiton Book Company, Pennsylvania, 1973, 269 s.

⁵² Tom Coleman, www.studiopotter.org/articles/?art=art0003)

eğilimli olduğunu söyler. Bazen eski Çin Chun işlerinde görüldüğü gibi, sırın incelmış olduğu yerlerdeki oluşmuş seladon yeşilinin, yükseltgenmiş bakırdan mı, yoksa bünyede toplanan demirden mi kaynaklandığının, analitik teknik araştırmanın yokluğunda karar vermenin zor olduğunu belirtir. Sırın uygulandığı yüzeyin ayak kısmında biriken sır kahverengimsiyse, demirin bakır ile ortak renklendirici olduğu düşünülebilir.⁵³

Ağır bir indirgeme sonucu stannik oksit karbon, hidrojen veya karbon monoksit ile metalik kalaya indirgenebilir. Metalik kalayla metalik bakır bronz alaşımı oluşturduklarında, sırda kırmızıya döndürme olanağı olmayan siyah damlalar meydana getirirler.⁵⁴ Ancak bizim fırın şartlarımızda kalay IV oksidin, kalay II okside indirgendiği durumda, metalik kalaya indirgenmesi zordur.⁵⁵

2.1.3. BakırKırmızısı Sırın Oluşumu

Bakır kırmızısı sırlar kuprik iyonları, kobalt ve demir iyonları gibi çözeltili sırları ve çözeltili renkleri değildirler. Renk veren maddeler iyon veya silikatlardan değil, metalik bakır taneciklerinden, çekirdeklerinden oluşur. Diğer bir deyişle bakır kırmızısı sırlarda renk, metalik bakırın sır içinde çözünmesiyle değil, bakırın yüksek sıcaklıkta çözünmesinden sonra, soğurken metalik bakır parçacıklarının- bazen bakır iyonlarının varlığıyla- sır yapısı içinde dağılıp, faz ayrımı oluşturmasıyla veya çökmesiyle elde edilir. Kırmızının tonları, bu dağılımların, çökmelerin, bakır taneciklerinin büyüklüğü ile çeşitlenerek, “öküz kanı kırmızısı”, “yakut rengi”, “kiraz kırmızısı”, “şeftali çiçeği”, “elma kırmızısı”, “flambe”, “kiremit kırmızısı”, “karaciğer kırmızısı” gibi çeşitli değişiklikler oluşturur.

⁵³ Tichane, a.g.e., 77 s.

⁵⁴ y.a.g.e., 97 s.

⁵⁵ y.a.g.e., 112 s.

Bakır yakut camları ve diğerleri için yapılan ilk bilimsel araştırma P. Ebell tarafından gerçekleştirilmiştir. P. Ebell; hematinone camlarındaki kuprous oksidi, kırmızının oluşmasının kaynağı olarak gören Von Pettenkoffer'in ve E. Hautefeuille'in görüşlerinin aksine, rengin nedenini camdaki bakırın çözünüp, soğuma sırasındaki çökmesine bağlamıştır.⁵⁶

Burada gerçekleşen faz ayrımı, bakır kırmızılarının oluşumu sırasında yer alan önemli bir süreç olup, çok ince bakır parçacıklarının çökmeyip, askıda kalarak, camsı yapı içinde kolloidal şekilde yayılmasıdır. Asılı kalan bakır parçacıkları, kendi doğal renklerinin yanı sıra, kolloidal yapıları sayesinde ışığı her yöne doğru dağıtarak “öküz kanı”, “yakut kırmızısı” gibi güzel ve çeşitlenen bakır kırmızılarının oluşmasını sağlarlar. Parçacıkların çok büyük olduğu durumlarda renk kötü olup, parçacıklar çok küçük olduğunda ise renk elde edilemeyecektir. Bakır kırmızısı sırlar elde edebilmek için gereken hassasiyetin sebebi, parçacık büyüklüğünün olağan üstü iyi olması gerektiğinden kaynaklanır. Tercih edilen kristal büyüklüğü 20Å° - 200Å° civarındadır. Kısacası; camın içinde asılı olarak kalan küçük bakır parçacıkları iyi bakır kırmızıları verirken, daha büyük olarak çöken parçacıklar (500Å° 'dan yukarı) istenmeyen renkler oluştururlar. Çünkü parçacıkların boyu 200Å° 'dan 500Å° 'a doğru büyüdüğü zaman, renk geçen ışıkta kırmızıdan maviye dönüşür. Genellikle parçacık hacim etkileri nedeniyle, bakır kırmızısı sırlar yansıyan ışıkta mavi, geçen ışıkta kırmızı olarak görünürler. Eğer parçacıkların boyutu daha da büyürse, metalik parçalar oluşarak, geçen ışıkta bakıldığında mavi renkler görülürken, yansıyan ışıkta bakıldığında metalik bir görüntü verir. Kristallerin çok daha fazla büyüdüğü durumlarda, daha fazla ışık soğurularak, istenmeyen renkler ortaya çıkacaktır.⁵⁷

Tüm bunların yanı sıra rengi etkileyen diğer bir faktör olarak, Weyl indirgeyici şartlar altında bakır II iyonu (Cu^{+2}), bakır I iyonu (Cu^{+}) ve metalik bakır (Cu) arasındaki dengeye dikkat çeker. Weyl yakut kırmızısı rengi, sadece çökmüş bakırın miktarına, kristallerin parçacık hacmine bağlamaz, aynı zamanda bakır I iyonu (Cu^{+}) ve bakır II iyonu (Cu^{+2}) varlığına da bağlıdır, bu nedenle genelde yakut rengi koyu kırmızı olur. Bakır I iyonu (Cu^{+}) konsantrasyonu ile dengedeki metalik bakır (Cu)

⁵⁶ Weyl, **a.g.e.**, 421 s.

⁵⁷ Tichane, **a.g.e.**, 34,174 s.

konsantrasyonu eriyebilme limitini aşarsa, bakır yakut cam veya aventurine oluşturmak için çöker. Kısacası bakırın kritik konsantrasyonundaki sınır geçilince bakır küçük küp formunda çöker. Yakut kırmızısıyla birlikte yeşil bakır II oksit (kuprik oksit) kahverengini verir.⁵⁸

Camların rengi söz konusu olduğunda, Weyl bakır içeren camı tiplere ayırır. Metalik bakır içeren renkli camın dört tipi vardır. Parçacıkların hacmi ve sayıları arasındaki fark bu dört cam arasındaki farkı belirler:

1. Bakır yakut, koloidal hacimde olan bakır metalik kristallerinin oluşturduğu parlak, koyu kırmızı camdır. % 0.2 CuO % 1 SnO₂ eklenmesiyle yakut camlar elde edilebilir.

2. Hematinone, ışığın dalga boyu kadar olan bakır kristallerinin oluşturduğu örtücü kırmızı camdır. Sayılarıyla ve bu büyüklükteki kristalleri ile örtücülüğü oluştururlar ama metalik parlaklığı vermek için yeterince büyük değildirler. Rengi, mühürlemede kullanılan balmumu parlak kırmızısına benzer. İndirgendikten sonra oldukça hızlı soğutulup, birkaç saatte tekrar ısıtılmalıdır.

3. Aventurin cam, az miktarda bulunan geniş bakır kristallerinin soğuma sırasında eriyik içinde çökmesiyle oluşurlar. Bakır kristalleri 0.5mm-1mm büyüklüğünde olduğundan, karakteristik metal parlamasına sahiptirler. Aventurin cam yüksek sıcaklıkta eritilerek ve sonra yavaş yavaş soğutularak elde edilir.

4. Bakır lekeli, renksiz camda, bakır iyonlarının cam yüzeyine hareketi sonucu oluşan koyu kırmızı renk ile elde edilir.

Aventurin ve hematione cam metalik bakırın çökmesiyle elde edilip, kristallerin doğası ve yapısı her iki camda aynıdır, ancak aventurinde daha büyük kristaller vardır. Bakır miktarı her iki camda da benzer düzeyde olup, % 4-5 ekleme iyi sonuç verir.⁵⁹

⁵⁸ Weyl, **a.g.e.**, 161 s.

⁵⁹ Weyl, **a.g.e.**, 421 s.

Bakır kırmızılarının oluşumu sırasında oluşan faz ayrımı önemli bir süreç olup, renk üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir. Sıra aydınlıkta çıplak göz ile bakıldığında, sıvı-sıvı faz ayrımı rahatlıkla görülür. İyi bir bakır kırmızısı elde etmek için, uygun büyüklükte bakır tanelerini dağıtacak olan bir işlem, bir oluşum mekanizması gereklidir.

Bakır kırmızısı oluşum mekanizması; ağır-orta-hafif indirgen pişirimlerden sonra elde edilen metalik bakırın (Cu), yükseltgen pişirilmesi sonucu çok hareketli olan bakır I iyonlarının (Cu⁺) oluşarak dağılmasıdır. Kararsız olan bakır I iyonları, kalay veya demir oksidin varlığıyla tekrar kırmızı renkli metalik bakıra dönüşür.

Orta derece indirgen ortamda, sırn sinterleşmesinden önce, bakır oksit iyi şekilde dağılmamış olan metalik bakıra kolaylıkla indirgenir. Bakır oksidin metalik bakıra indirgenmesi sırasında, güçlü bir indirgenme gerekmesi de, ortamın tamamen indirgen olması gerekmektedir. Metalik bakır, bakır oksidin bulunduğu konumda dağılmadan indirgenir. Bakır, başlangıç safhasında kesinlikle atomik dağılma formunda olmayıp, metalik bakır formunda olacaktır. İndirgenme işlemi sırasında iyi dağılımı sağlayacak olan, çok hareketli kuprous iyonlarının oluşmasını denetleyebilmek son derece zordur. Sıcaklığın yükselmesi ile belli bir derecenin üzerinde metalik bakır, buhar basıncına bağlı olarak yavaşça dağılmaya başlayacaktır. Fırın maksimum sıcaklıkta tam kapatılmadan önce, bakırın sır içerisinde metalik formda yayılması gerekir, ancak 1250°C sıcaklıkta bakır, yüksek buhar basıncına sahip olmaması nedeniyle düzenli bir şekilde dağılmıyacaktır. Kırmızı renk oluşmaya başlamadan önce bu problem ortaya çıkar. Bu evrede fırın içindeki örneğe göz atılırsa, sırn saydam olduğu ve kırmızı rengin henüz şekillenmeye başlamadığı görülür.⁶⁰ Weyl, yüksek sıcaklıkta camların metalik bakır için oldukça iyi bir çözücü olduğunu belirterek, “*Bölünmüş metalik bakır, eğer ortamda oksijen varsa, kaynayan alkali tarafından çözünür. Ağır kurşun içeren bazı camlar ise, soğurken çökme olmadan, çözeltide metalin oldukça çok miktarını tutabilirler.*”⁶¹ der.

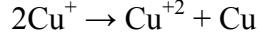
⁶⁰ Tichane, a.g.e., 172 s.

⁶¹ Weyl, a.g.e., 428 s.

Bu durumda bakır metalinin iyi dağılımını sağlamak için, metalik bakır son, hafif yükseltgen pişirimle bakır I okside dönüştürmek gerekir. Bakır I oksit tek değerlikli ve küçük hacimde olması nedeniyle, cam içerisinde kolaylıkla hareket edebilir. Oksijenin cama nüfuz etmesi çok az miktarda olduğundan, yükseltgenme yüzeyde olan bakır atomunun hava ile oksitlenmesi sonucu gerçekleşir, sonra da bakır I iyon formunda sıra geri nüfuz eder. Eğer bakır atomu yüzeyde çok fazla yükseltgenirse (oksitlenirse) bakır II okside dönüşür, bakır II oksit içeri nüfuz edebilen bakır I oksiti oluşturmak için metalik bakır ile tekrar reaksiyona girer. Böylece sırnın içine ve dışına hareket eden oksijene sahip olmaktan ziyade, çevrede yüzen bakır I iyonlarına sahip olunur. Bakır I iyonları soda-kireç gibi camlara nüfuz ederler, camdaki sodyum iyonları gibi aşağı yukarı aynı yük ve hacimde olduklarından benzer davranırlar. Camdaki sodyum ve neredeyse alkalilin tamamı hareket ederek, bakırla yer değiştirir. Özetlersek, orta indirgemenen sonra oluşan camın yüzeyindeki bakır, hafif yükseltgen pişirim ile bir değerlikli bakıra dönüşür, ardından da hareketli sodyum iyonlarıyla yer değiştirir. Böylece bakır I iyonları cama doğru hareket ederken, sodyum iyonları dışarıya doğru hareket eder. Bu durumda alkalilerin yüzeyden buharlaşması ortaya çıkar ve sırnın içi ile dışı yakın kısmında farklılıklar oluşur. Bakır renklendirmesindeki iyon değiş tokuşu için gerekli element olan alkalilerin, yüzeyden buharlaşması sonucu, bakır I oksitin değiş tokuş şansı azalır ve böylece güzel kırmızı oluşması için yeterince bakır yayılımını elde etmek giderek zorlaşır. Sır içinde dağılan kararsız bakır I iyonları (Cu^+), fırın kapaklarının kapatılmasıyla veya tek değerlikli hidrojenin yüksek sıcaklıklarda nüfuz etme yeteneği nedeniyle, sarı renkli veya renksiz sır tekrar kırmızı renkli metalik bakıra döner ki, bunun sonucunda iyi bir dağılım elde edilir.⁶²

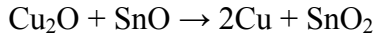
⁶² Tichane, a.g.e., 120, 127 s.

Weyl'in belirttiği gibi, bakır I ve bakır II oksit daima birlikte bulunur. Ek olarak bakır I oksit, hem metalik bakıra hem de bakır I iyonlara reaksiyonlar olarak ayrılır.



Bu konuya Weyl, camın soğuması sırasında bakır I, bakır II iyonları ve metalik bakır arasındaki dengeden söz ederek değinir: *“Bu reaksiyon sıcaklığın yükselmesiyle sola, sıcaklığın düşmesiyle sağa kayar. Yüksek sıcaklıkta oluşan bakır I oksit, soğurken bakır II okside ve metalik bakıra dönüşür. Oluşan bakır II iyonları (Cu^{+2}) kırmızıyı absorblar, diğer yandan metal kristalleri (Cu) kendi kendine parlak yakut rengi üretse bile, bakır II iyonları (Cu^{+2}) kırmızıyı absorblayıp maviyi yaydığından, renk koyu kırmızıya döner. Bakır yakutun parlaklığını arttırmak için bakır II iyonlarının konsantrasyonunu azaltmak gerekir.”*⁶³

Kalay II oksit (SnO) veya demir II oksit (FeO) indirgeme potansiyelini arttırmak için kullanılır, böylece bakır I oksit iyi yayılmış formda metalik bakıra dönüştürülerek, kırmızının parlaklığı artırılabilir.



Bakır I oksit ve kalay II oksitin metalik bakır ve kalay IV oksit oluşturmak için gerçekleştirdikleri bu reaksiyonun, küçük bakır parçacıklar oluşturmak için soğuma sırasında uygun sıcaklıklarda (600°C-800°C) ortaya çıktığı farz edilir, böylece elde edilen çok iyi dağılmış metalik bakır parlak bakır kırmızısı renkler verir. Kalay içeren sırlar kalay içermeyenlere göre daha güzel parlak kırmızı sırlar verir. Kalayın değeri yüksek olduğundan, yayılımı azdır, bu nedenle reaksiyon için bakır kalaya gider.⁶⁴

⁶³ Weyl, **a.g.e.**, 156 s.

⁶⁴ Tichane, **a.g.e.**, 121 s.

Kalay IV oksit (SnO_2) ateşe dayanıklı, refrakter bir bileşik olup, sırn oluşturulduğu sıcaklıklarda ısısal olarak ayrılmaz. İndirgeyici atmosferde kalay IV oksit (SnO_2) kalay II okside (SnO) indirgenir. Bunun sonucunda, en yüksek sıcaklıkta bakıra ek olarak, sır içinde dağılmış kalay II oksidi görebiliriz. Bakır I oksit elde etmek için yapılan yükseltgenme reaksiyonunda, iki değerlikli ve hareketli olmayan kalay II oksit, yüzeye gelip oksitlenemediğinden, kalay IV okside yükseltgenmez. Böylece çoğu parça kalay II olarak kalır.⁶⁵

Özetlersek; indirgenmiş sır yüksek sıcaklıkta sıvı halde olup, gözenekli bir bünyeye sahiptir. Bu maksimum sıcaklıkta sır içinde metalik bakır sıvı halde ve aynı zamanda kalay II iyonları ile birlikte bulunur. Bundan sonra yapılması gereken şey, pişirmeye bu sıcaklıkta indirgen pişirim yerine yükseltgen pişirim olarak devam etmektir. Bunun yapılmasının nedeni metalik bakır, bakır I okside dönüştürerek, kendi kendine yüzen bakır atomlarının çökmesine engel olmaktır. Aksi takdirde parçacıklar büyük boyutta olacak ve istenmeyen renkler ortaya çıkacaktır. Bakır I oksit ve kalay II oksit arasındaki hassas reaksiyon sonrasında, iyi dağılmış, küçük metalik bakır oluşacaktır.

Çekirdeklenme, bakır kırmızısı sırların oluşum mekanizmasında önemli bir süreçtir. Bir fazı diğer bir faz içerisinde çökeltmek geliştirilebilmenin en kolay yolu çekirdek oluşturmaktır. Çekirdek olmazsa yeni faz eğilimi olmaz. Tamamen eridiklerinde aslında hiç çekirdek ihtiva etmezler (camsı durumunun meydana gelme nedenlerinden biridir). Camlar ve sırlar akışkan oldukları sıcaklıktan oda sıcaklığına geçtikleri zaman, kristal oluşturmadan katılaşırlar, amorf ve saydam yapıda olurlar, yani yüksek vizkozite nedeniyle çekirdek oluşturamayarak, camsı saydam durumda kalırlar. Bakır kırmızı sırlardaki-çoğu diğer faz ayrımı durumlarında olduğu gibi-temel problemler ise, uygun sayıda çekirdek oluşturmaları, çekirdeklerin uygun hacimde ve uygun dağılımda olmaları gerekliliğidir.

⁶⁵ Tichane, a.g.e., 174 s.

Camlarda faz ayrımı, hammaddelerin çekirdeklenme oluşturabilmek için, akışkan ve homjen olacağı yüksek bir sıcaklığa kadar ısıtılmasıyla oluşturulur. Ardından hızlı bir şekilde oda sıcaklığına kadar soğutulduğunda, çekirdeklenme ve kristellenmenin olmadığı, renksiz saydam bir cam elde edilir. Sonra sert cam, çekirdeklenmenin ortaya çıkacağı tavlama (sertleşme bölgesi) bölgesindeki 500°C-800°C dereceye kadar ısıtılır. Çekirdeklerin oluşmasıyla sıcaklık, kristallenme bölgesine doğru yavaşça arttırılır, isrenen düzeyde kristaller ortaya çıkana kadar da sıcaklık sabit tutulur. Son olarak, elde edilen bu yapı oda sıcaklığına kadar soğutulur.⁶⁶ Ancak bünye ve sır üzerinde bu işlem soğutma, çekirdeklenme ve kristal gelişimini sağlayan sıcaklık koşulları nedeniyle, uygun değildir. Bünye-sır üzerinde bu çeşit bir sıcaklık sıralaması izlenemez. Bu yapıda kullanılan genel işlem, seramiğin yavaşça soğutulması şeklinde olup, bunun sonucunda bünyede kristal dönüşüm noktasında çatlama ve kırılma ortaya çıkmaz. Bir sıra soğutmak zor olacağı için, buradaki normal işlem yüksek sıcaklıktan orta dereceye doğru yavaşça soğutmaktır. Sırlardaki kırmızı renk 500°C dereceden yukarıda olduğundan, 500°C altındaki derecelerde soğutma işlemi bir dereceye kadar hızlandırılabilir. Burda sır bileşenleri önem kazanır. Böylece sır bir çekirdeklenme bölgesine, sonra kristallenme bölgesine doğru gideceği yerde, ters bir sıra izler. Sır soğutma sırasında, önce kristallenme (çökme) sonra da çekirdeklenme bölgesine dönüşür. Bu iki bölgenin üstüste geldiği durumda, çekirdeklerin oluşması ve bu çekirdeklerin üzerinde kristallerin büyümesi mümkündür. Kısacası, camlarda soğutma aşamasında çekirdeklenme ve kristallenme bölgesine olan dönüşüm daha kontrollü bir şekilde olurken, sırlarda ise soğutma aşamasında önce kristallenme bölgesine (zaten var olan çekirdeğin üzerine) sonra çekirdeklenme bölgesine geçilir. Soğutma sırasında çekirdekler birkaç kristal birlikteliği şeklinde büyümeyi tercih eder, bunun sonucunda büyük kristallerin oluşma riski doğar. Sırdaki bakır konsantrasyonu, soğutma sırasında bakırın tamamı sıra renklendirdiği için, doğru yoğunlukta olmalıdır. Camdaki çekirdek şekillenmesi ve kristalizasyon süreçleri kontrol altında olduğundan, uygun sayıda ve uygun büyüklükte kristaller elde edilirken, sırlarda soğutma sırasında bakırın tümü genellikle çekirdeklenir ve kristalize olur. Bakırın çok olduğu bir sırda, çok sayıda ve aşırı büyüklükte kristallerin oluşması rengi

⁶⁶ Tichane. a.g.e., 115 s.

zayıflatırken, yeterli bakırın bulunmadığı durumlarda renklenme olmayacaktır. Bakır kristalleri 200A°'dan daha büyük olursa, tanecikler çökerek rengi bulanıklaştırır, karaciğer rengine döndürür ve zayıf kırmızılar oluşturur. Sonuçta, üst üste konumlanmanın uygun olması, kristallerin çok büyümemesi için, sır bileşenlerinin çok dikkatli bir şekilde düzenlenmesi gerekir.⁶⁷

Altın, gümüş ve bakır gibi atomlar sıcaklığın etkisiyle, camın yüzeyinde çekirdek ve daha büyük kristaller oluşturmak üzere kolaylıkla hareket ederler. En azından metal atomlarının kısa hareketi, camdaki gözenekli yapı boyunca mümkündür. Bakır atomları termal tahrik ortamının etkisi ile, aynı zamanda bakırın camdaki düşük bağlanma enerjisinden ötürü diğer bakır atomlarıyla karşılaşmaya kadar salınmaya (titreşmeye) devam ederler, karşılaştıklarında da birleşerek çekirdeği oluştururlar. Bu çekirdekler termal olarak tahrik olurlar, ancak yığınları tek bir atoma göre daha hareketsizdirler. Bakır atomları birkaç on Angstrom boyutlarında hareket edebilirken, bir mikron kadar olduklarında hareket edemezler. Soğudukça, bu sınırın vizkozitesinin uygun olduğu, termal şartların reaksiyon için uygunlaştığı ve metalik bakırın çekirdeklenmesinin başlayabildiği noktaya ulaşılır. Ardından daha çok bakır atomu çekirdek üzerinde toplanacak ve bakırdan oluşan daha büyük adalar oluşacaktır. İlk aşamada, bakır atomları çok küçük belki 2-5 atomdan oluşan gruplar halinde toplanırken, sıcaklığın çok yüksek olduğu durumlarda, bu topluluklar dağılacaktır. Ancak sıcaklık yavaş yavaş azaldığında, bu gruplar büyüme eğilimine girerler ve kararlı çekirdeklerin oluşmasına yol açacak şekilde toplanırlar. İleri soğutma sonucunda, kristaller ışığın absorblandığı ve kırmızı rengin geçirildiği 50A°-200A° çapında oluncaya kadar büyürler. Açıkça görülmektedir ki, eğer bu kristaller çok fazla büyürlerse, daha fazla ışık soğuracak ve istenmeyen renkler ortaya çıkacaktır.⁶⁸ S. F. Brown ve F. H. Norton, soğutma sırasında bakır çekirdeklenmesinin 800°C ve 1250°C derecede oluştuğunu, bu çekirdeklerin 650°C derecede kolloidal boyuta ulaştıklarını belirtip, aşırı büyümenin bulanık kırmızılar, ardından siyah renk verdiğini söylerler.⁶⁹ Bunlara ek olarak

⁶⁷ Tichane, a.g.e., 117, 149 s.

⁶⁸ Tichane, a.g.e., 119, 125, 174 s.

⁶⁹ Onlinelibrary.wiley.com ›...› Ceramics › Journal Home › Vol 42 Issue 11; Brown S. F. ve Norton F. H., **Journal of the American Ceramic Society**, November 1959, 499-503 s.

Bamford ve Rawson, sırda hem yuvarlak hem de polihedral (çok yüzeyli) parçacıkların oluştuğunu, yuvarlak parçacıklar 1083°C derecenin üzerinde bir sıvı olarak ayrılırken, polihedral kristallerin bu sıcaklığın altında meydana geldiğini belirtirler.⁷⁰

Bunlar bakır kırmızısı sırların oluşumu sırasında kimyasal, ısıl ve fiziksel şekilde ortaya çıkan reaksiyonlardan bazılarıdır. Nitelikli ince tabaka bakır kırmızısı kristalleri sırn merkezine yerleşecek şekilde düzenlenirse çok güzel bir saydam yakut kırmızısı renk elde edilebilir. Ancak, pek çok faktöre bağlı olarak, güzel yakut kırmızısının elde edilmesi nadirdir.⁷¹ Bu faktörler başlıca sırn yapısı, bakır konsantrasyonu, sırn kalınlığı, bünyenin etkisi, pişirme tekniği, sırn ısıl davranışı, bakırın buharlaşması ve diffüzyonudur. Williams tüm faktörlerin yanında pişirim tekniklerinin çok daha etkin olduğunu deneylerinden gördüğünü ifade etmektedir.⁷²

⁷⁰ Ian C. Freestone, David J. Barber; Rosemary E. Scott, **Chinese Copper Red Wares**, Percival David Foundation of Chinese Art Monograph Series No.3, Jolly & Barber Ltd., Rugby, Warwickshire, 1992, 58 s.

⁷¹ Tichane, **a.g.e.**, 172, 175 s.

⁷² Weyl, **a.g.e.**, 425 s.

2.2. KIRMIZININ OLUŞUMUNA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

2.2.1. Temel Sırın Yapısı ve İçeriği

Bakır kırmızısı sırlar temelde indirgen ortamda pişirilmiş yüksek derece sırlardır, bu nedenle normalde feldspatik karakterdedirler. Bakır kırmızısı sırlar için Daniel Rhodes *“Az miktar bakır oksit içeren pekişmiş bünye sırların çoğu indirgen ateşte pişirildiğinde, kırmızı renkler üretir.”*⁷³ der.

Sırın yapısının faz ayrımına uygun, bakırın yayılımı açısından da açık ve gözenekli yapıda olması önemlidir. Feldspat içeren sırlar, kuprous iyonunun kolayca hareket edebildiği açık sırlardır. Daha düşük sıcaklıkta olgunlaşan sır yapmak için feldspata kireç eklenir, kireç bakırın hareketine karşı sırı daha az açık ve daha hassas kılar. Sırın oluştuğu sıcaklıklarda kaynaşmış olan silikanın viskozitesinin yüksek olması, cam ve sır içindeki yayılma olaylarında sırın açık olması haliyle kıyaslandığında ikincil dereceden rol oynar (silika hidrojen ve helyum yayılımı için oldukça açık bir camdır).⁷⁴

Bunlara ek olarak sır kolayca kristal oluşturmamalıdır. Aksi takdirde bakır çekirdekleri üzerinde oluşacak camsı maddenin kristallenmesi ile, renk kaybolarak, tamamiyle beyaz olan bir sır elde edilebilir.⁷⁵

Bakır kırmızısı sırlar faz ayrımını destekleyecek kadar akıcı olurken, sırın viskozitesinin de faz ayrımını engelleyecek kadar yüksek olmaması gerekir. Akıcı ve yüksek alkali olan sırlar, kırmızı rengin gelişmesine katkıda bulunurken, temiz renkler elde etme çabaları, bakır kırmızısı sırlarda aşırı pişirime yol açarak, özellikle uzun formlarda sır akmasıyla sonuçlanabilir. Kangxi öküz kanı sırları oldukça akıcı olup, sırın fazlası tabana doğru akar. Uzun formların üst kısımlarında sır bu akmadan dolayı incelerek, beyazlaşır. Akmaya karşı alınacak önlemlerden biri viskoziteyi arttırmaktır, fakat bakır kırmızısı için yüksek viskozite istenen bir durum olmayıp, iyi

⁷³ Rhodes, **a.g.e.**, 268 s.

⁷⁴ Tichane, **a.g.e.**, 122 s.

⁷⁵ Tichane, **a.g.e.**, 166 s.

kırmızılarının oluşmasını engeller. Diğer bir önlemse, formun tasarımını akışkanlığa göre ayarlayarak, dip kısmın sırlanmaması ile sırnın tabana gelmesini önlemektir. Kuzey Çin’de bu şekilde önlemler uygulanmıştır.⁷⁶

Michael Bailey “Bazı örneklerde, akıcı sırlar renksiz beyaz kenarlar bırakıp, tabana doğru göreceli olarak karararak çömlekten aşağı akarlar”⁷⁷ der. Wood ise, ““Langyao” kırmızılarının pişirimi sırasında sırnın akmasıyla daha beyaz kenarlar oluşup, bunlar “lampwick” etkisi olarak tanımlanmaktadır.”⁷⁸ der.

Bu tip sırların pişirme sıcaklıkları 1180°C dereceden başlar. Tichane; düşük kil içeriğiyle feldspat-kireç-kuvars basit karışımına, % 0.2-0.5 oranlarında bakır oksit ve bakır oksidin iki katı kalay oksit ilave edilerek, indirgen pişirim yapıldığında, güzel bakır kırmızısı sır elde edildiğini söyler.⁷⁹

Ming çömlekçileri kireç taşı veya kül ile eritilmiş basit feldspatik sır kullanmışlardır. Bu çeşit sırlar yüksek derecede pişirilirlenken, bakırın buharlaşma problemi gelişir. Olgunlaşma sıcaklığını düşürmek için, alkalilerin oranı artırılıp, kalsiyum oksidin, silisyum dioksidin ve ona bağlı olarak alüminyum oksidin oranları azaltılıp, sır fritleştirilerek pişirim derecesi düşürülebilir. Benzer şekilde, düşük dereceli sırlar yapmak için çoğunlukla kurşun oksit ve borik asit bileşikleri kullanılır, fakat bu bileşikler ile iyi kırmızı renkler elde edilememektedirler. Renk portakal rengi tonuna kayarken, sırlar soluk renge sahip olabilirler. Yüksek derece bakır kırmızısı sırlarda, bu maddeler yüksek konsantrasyonlarda kullanılmayıp, sınırlı kullanılabilir.⁸⁰ “Billington pekişmiş bünye sıcaklığın biraz altında bir parça boraks ve hatta kurşun ilave edilmesini önerir.”⁸¹

⁷⁶ Tichane, a.g.e., 19, 20 s.

⁷⁷ Michael Bailey, **Oriental Glazes**, A&C, London, 2004, 94 s.

⁷⁸ Wood, a.g.e., 181 s.

⁷⁹ Tichane, a.g.e., 177 s.

⁸⁰ Tichane, a.g.e., 150 s.

⁸¹ Robert Fournier, **Illustrated Dictionary of Practical Pottery**, A&C London, 1986, 74 s.

Weyl bakır kırmızılarını elde etmek için iki tip çözeltilerden söz eder. Bunlardan birisi yükseltgenmeyi (oksitlenmeyi) önleyen maddelerin eklenmesi, diğeri ise frit kullanarak, homojenliğin ve erimenin kısa sürede elde edilmesidir.⁸² Frit eklemek son sıcaklığı düşürerek, bakırın buharlaşmasını azaltırken, aynı zamanda sırrın bünyeye olan yayılımını da minimize eder. Suda eriyen soda, boraks gibi sırrın hammaddeleri, başka bileşiklerle frit halinde kullanılarak suda erimeleri engellenir. Tichane; Çinlilerin frit hammaddesini Qing Hanedanlığı, Kangxi Hükümdarlığı sırasında kullandıklarını ve bunun bakır kırmızısı sırrı hammaddelerinin kullanımında bir devrim olduğunu belirtir. Tichane bakır kırmızısı sırlara, frit eklenmiş porselen sırrı da der. Ayrıca Seger, bakır kırmızısının temeli olarak, kendi porselen sırlarından birisine 1/3 oranında frit ile karıştırmanın tekniğinden söz etmiştir. Seger frit olarak soda-baryum-bor-silikat frit kullanmışken, Tichane alkali-bor-silikat frit kullanmaktadır.⁸³

Tichane düşük dereceli sıcaklıklarda gelişen bakır kırmızısı sırların güzel olmadığını, yüksek sıcaklıklarda elde edilen sırlarla kıyaslanamayacağını ve parlak, güzel kırmızı renk vermeyeceğini belirtir. Düşük dereceli sırlarla ilgili doğal olarak bazı temel problemler vardır. Bunlardan biri, sırrın merkezinde güzel bir kırmızı gelişmesine sağlayacak tabakalaşma için oldukça kalın sırrın gerekliliğidir. Düşük dereceli sırların çoğunluğu, bu tarz işler için gerekli vizkozite karakterine sahip olmadığından, kalın sırlar olarak kullanımları uygun değildir.

Sıcaklık aralığı, birçok prosesin rol aldığı bakır kırmızısı oluşumunda, önemli bir problem olarak bulunmaktadır. Düşük dereceli bir sırrın oluşumu, sınırlı bir ısı spektrumu içinde, birçok önemli reaksiyonun meydana gelmesiyle oluşur. Hidrojen, oksijen, bakır ve alkalilerin yayılımları, pişirim süresinin kısalığı nedeniyle, ısısal bölgelerde sıkışarak, düşük ve iyi belirlenemeyen sıcaklık bölgelerinde olmak zorundadır. Bu aynen kuprous oksit ve stanous oksit arasındaki önerilen reaksiyonun, düşük sıcaklıkta yapılamaz olmasına benzemektedir. Her koşulda güzel düşük dereceli bakır kırmızısı sırrın elde edilmesi zor olurken, en azından kalay oksit dışında başka bir indirgeyici ajana gereksinim vardır. Düşük sıcaklıkta reaksiyona girerek,

⁸² Weyl, **a.g.e.**, 424 s.

⁸³ Tichane, **a.g.e.**, 40, 177 s.

bakır oksidi metalik bakıra değiştirecek ajanlara ihtiyaç vardır, ancak böyle bir elementin varlığı net olarak bilinmemektedir.⁸⁴

Bazı araştırmacıların bakır kırmızısı sır elde etmek uyguladıkları temel sır formülleri, seri sır araştırmaları yapmak için, bir çıkış noktası olabilir.

Lauth ve Dutailly

Pegmatit	40	40	Bakır oksit	6	6
Kum	40	44	Kalay oksit	6	3
Kireç	18	12			
Kalsine soda	12	-			
Soda	-	24 ⁸⁵			

1300°C'lik tipik temel sır Seger sır formülü:

ZnO	0.1		SiO ₂	4	
CaO	0.5	Al ₂ O ₃	0.35	B ₂ O ₃	0.15
MgO	0.05				
KNaO	0.35 ⁸⁶				

Tichane'nın öküz kanı kırmızısını elde etmek için kullandığı ortak sır aşağıdaki gibidir: 50 kısım Custer feldspat, 30 kısım minusil (bir çeşit silika)-5 kısım silika, 20 kısım kireç taşı, 27 kısım p-25 frit; ayrıca 1 kısım bakır karbonat ve 2 kısım kalay oksit. ⁸⁷

Bu gibi karakteristik bakır kırmızılarla bir defada iyi sonuçlar alınabilir. Sırın genel yapısı için şunlar söylenebilir: Rengin gelişmesi için sır akıcı olup, alkalice zengin olmalıdır. Alkalilere ek olarak biraz bor içerir. Magnezyum, baryum ve alüminyum oksit az olmalıdır. Kalsiyum oksit ise sırtı sertleştirmemek kaydıyla geniş miktarda olmalıdır. Az miktarda diğer elementleri eklemesi veya bulaşıkların (ZnO, MgO, BaO) olması seladonlarda olduğu gibi bakır renklerinde geniş değişikliklere neden olmazlar, çünkü bakır çok etkin kırmızı verir.⁸⁸

⁸⁴ Tichane, a.g.e., 56

⁸⁵ y.a.g.e., 243 s.

⁸⁶ Rhodes, a.g.e., 268 s.

⁸⁷ Tichane, a.g.e., 177-179 s.

⁸⁸ Rhodes, a.g.e., 268 s.

Silisyum dioksit (SiO₂)

Sırların temelini ve iskeletini silisyum dioksit oluşturmaktadır. Camı oluşturan silisyum dioksit, sırlara açıklık sağlayarak gaz çıkışlarını ve yayılımı kolaylaştırır. Silisyum dioksit kullanılması istenen bir madde olmasına karşın, çok fazla kullanıldığında sırnın pişme sıcaklığını çok yükselterek, bakırın buharlaşmasına neden olur. Silisyum dioksit sır içerisinde, bakırın buharlaşma problemi nedeniyle miktar sınırda tutulur (yaklaşık % 70), ancak bu miktar bakır kırmızısı sırlarda % 80'e kadar çıkabilir.⁸⁹ Ming Hanedanlığında "xianhong" taze kırmızı diye adlandırılan Xuande güzel bakır kırmızısı sırlar alkali-kireç sırlar olup, yüksek silisyum dioksit ve düşük alüminyum oksitle yüksek vizkoziteye sahip olan sırlardır⁹⁰. Sır için temel bir madde olan silika, harman içinde iyi öğütülmüş şekilde kullanılır. Bir silika türü olan minusil 5, kuru sırnın bünyeye yapışarak tutunmasına yardım ettiğinden, aynı zamanda pişirim işlemi sırasında tamamiyle çözülerek eridiğinden dolayı, olumlu sonuçlar vermektedir. Kaba silikanın kullanıldığı durumda küçük bir miktar çözünmeden kalabileceğinden, sır bileşeni tamamiyle hesap edilmiş şekliyle değildir. Muhtemelen ortalama silika bilyalı değirmenlerde öğüterek sırda kullanmak için geliştirilir. Yine de yapışma problemi varsa, o zaman sıradan silika kullanılabilir.

Tichane, bünyede bulunan silikanın bakır kırmızısı sırlar üzerine etkisini araştırmak için yaptığı deneylerde, bakır kırmızısının silikalı yüzey üzerinde kaldığını, porselen yüzey üzerinde ise rengin kaybolduğunu göstermiştir.⁹¹

⁸⁹ Tichane, **a.g.e.** 68 s.

⁹⁰ Zhang Fukang, Zhang Pusheng ve Fance Frank, "Scientific Study of Sacrificial Red Glazes", Ed: Rosemary E. Scott, **Chinese Copper Red Wares**, Percival David Foundation of Chinese Art Monograph Series No.3, Jolly & Barber Ltd., Rugby, Warwickshire, 1992, 41 s.

⁹¹ Tichane, **a.g.e.**, 68, 178 s.

Alüminyum oksit (Al₂O₃)

Erime ve camlaşmayı azaltma eğiliminden dolayı, sır içersinde arzu edilmesine karşın, bakır kırmızısı sırlarda, özellikle öküz kanı kırmızılarında düşük konsantrasyonlarda bulunmaları istenir. Tichane, mümkünse kilin sırdan çıkarılmasını, zorunlu olduğu takdirde % 1-2 ilave edilmesini önerir (belki bir bentonit olarak). Sır reçeteleri için literatür tarandığında, kilin çarpıcı bir şekilde bu reçetelerde yer almadığı, ya da iyi bakır kırmızısı sırlarda düşük düzeylerde bulunduğu tesbit edilir.⁹²

Alüminyum oksit, sırların camlardan farklı olmasına yol açarken, bakır kırmızısında bir problemdir. Sır içersinde vizkoziteyi yükselterek akışkanlığa ve camlaşmaya eğilimi azaltması nedeniyle olumlanmasına karşın, bakır kırmızısı sırlarda düşük konsantrasyonlarda bulunması tercih edilir. Alüminyum oksit ve kil, sır dokusunun kalitesini yükseltirken, bakır kırmızısı sır içinde % 10'dan fazla alüminyum oksit veya kilin varlığı, rengi koyu kırmızıdan daha pembe tonlara doğru bir dönüşüme ve şeftali çiçeği renginde pembe ve turuncuya doğru bir geçişe yol açar. Feldspatik bir sırda doğal olarak alüminyum oksit içerik vardır, ek olarak fritten gelen alüminyum oksit artışı da sırların bir parçası olarak kabul edilir. Bu nedenle ayrıca kil eklenmesi tavsiye edilmez.⁹³

Şeftali çiçeği sırları, Jingdezhen'deki büyük Kangxi buluşlarından birisi de Çin'de aynı zamanda "güzelin utancı", "bebeğin yüzü", "fasulye kırmızısı" ya da "sarhoş edici güzellik" sırları olarak da bilinen "elma kırmızısı" veya "şeftali çiçeği" sırlarıdır.⁹⁴

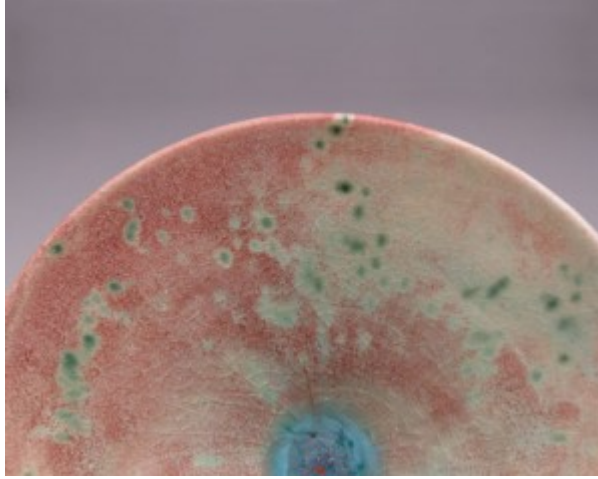
Şeftali çiçeğindeki renk çeşitliliği, bakır kırmızılarla beyazın harmanlanarak temelde soluk ve koyu pembe üzerinde, açık kahverengiden sarı ve koyu yeşile kaçan renk dağılımları şeklindedir. Tek parça üzerindeki renk çeşitliliği onun çekiciliğini

⁹² Tichane, a.g.e., 179 s.

⁹³ y.a.g.e., 59, 66 s.

⁹⁴ Wood, a.g.e., 180 s.

arttırırken, nadir olarak tek renklidirler. Hatalar arasında pembe sırlar da sayılmış olmasına karşın, aynı zamanda tercih edilebilen sırlardır. Genelde, pembe sırlar bakır pişirimlerinde ana problemlerden olmayıp, uygun sır seçimi ve pişirim şartlarıyla bu etkiden sakınılabılır.



Resim 24: John Britt tarafından yapılmış, şeftali çiçeği sır detayı.

(Kaynak:(ceramicartsdaily.org/...glaze/experiments-in-peach-bloom-extensive-testing-reveals-secrets-of-an-elusive-ceramic-glaze/?...))

Şeftali çiçeği renklerinin elde edilmesinde, büyük oranda alüminyuma ihtiyaç vardır. Eğer öküz kanı kırmızısı bir sıra % 20 gibi oldukça yüksek miktar alüminyum oksit (Al_2O_3) ilave edilirse, şeftali çiçeği etkisi elde edilir. Bu sırlar kil eklenmiş feldspatlı sırlardır. Tichane'nın şeftali çiçeği kırmızısını elde etmek için kullandığı ilk sır aşağıdaki gibidir: m5 kısım Custer feldspat, 3 kısım silika, 2 kısım kalsine kaolin ve 0.1 bakır karbonat. Potasyum feldspat açık pembe renk vererek sırları sertleştirirken, sodyum feldspat erime noktasını düşürerek koyu pembe renk verir. Şeftali çiçeği sırlarında, kalay ve demir oksit gibi yardımcı ajanlara ihtiyaçları yoktur. Demir oksidin kullanımı çömlekçinin tutumuna bağlı olmakla birlikte Çinliler demir oksit kullanmaktaydı..⁹⁵

⁹⁵ Tichane, a.g.e., 45 s.

Genel olarak pembe renk oluştuğunda, sırn yeterince pişmediği kabul edilebilir. 1250°C derecede olgunlaşan sır, fırından 1150°C derecede çıkarılırsa, olgunlaşma sıcaklığında gerçekleşecek güzel bir ökü z kanı kırmızı sır yerine, benekli donuk, mat pembe bir sır oluşur. Elde edilecek güzel bir sır yerine pembelik oluşması, yetersiz bir pişirimin sonucundadır. Özellikle mat sırlarda, kırmızıdan çok pembe renk oluşmaya meyillidir. Çünkü mat sırlarda oluşan kristaller ışığın yansınası, kırılması ve ışık tayfi gibi çeşitli olaylara yol açarlar. Sırda yüksek miktarda alüminyum oksit bulunurken, kristaller erimemiş kil şeklinde, erimemiş mullit, wollastonit veya anorthite şeklinde olabilirler. Benzer hatalar, erimemiş olarak kalan aşırı silisyum dioksit kullanımıyla da elde edilir. Yeni oluşan kristaller daha küçük boyutta olurken, ışığın yayılımı üzerinde daha büyük bir etkiye sahip olurlar. Kırmızı rengi açan kristaller, ışığın yansınasına, kırılmasına ve ışık tayfi oluşmasına neden olurlar.⁹⁶

Kristallerin yanısıra opal kabarcıklar başka bir tip yayılım gösterirler. Kil konsantrasyonunun yüksek olması sırn viskozitesini arttırarak devitrikasyonunu sağlar, bu da gaz çıkışlarını engelleyerek, sır içinde kabarcıkların sıkışıp kalmasına ve rengin açılarak şeftali çiçeği tonunu almasına neden olur. Sır içinde bulunan kabarcıkların çok olması, ışığın yayılımını, kırılmasını ve ışık tayfini oluşturarak, önceki nedenlere benzer biçimde, pembe görünüm oluşturacaktır. Genellikle kabarcıklar, erimemiş karışık kristallerle birlikte bulunmaktadır. Güzel pembenin sadece çok miktarda bulunan kabarcıklardan oluşma olasılığı zordur. İçinde çok fazla kilin bulunduğu bir sırda kabarcıkların kristallerle birleşmeye eğilimli davranması, yüksek vizkoziteye bağlı olarak bünyede sıkışmış şekilde bulunan kabarcıkların yanısıra, çok miktarda erimemiş kile sebep olacaktır.

Büyüteçle incelendiğinde, kilden ayrılarak sır tarafından tutulan gazlara bağlı sır içinde kabarcıklı bir yapı oluştuğu görülecektir. Nispeten ince bölgelerde boşlukların yanısıra, çok sayıda çözünmemiş kil ve silika parçacığı görülür. Bu da puslu ve bulanık bir görünümün yanısıra, daha az parlak kırmızı verir. Bu düzensizlik ise Çin şeftali çiçeği sırlarını büyüleyici yapar. Sanki pistole bozulmuş

⁹⁶ Tichane, a.g.e., 171 s.

ve etrafa koyu kırmızı ve yeşil benekler saçılmış gibi olur.⁹⁷ Gaz kabarcıklardan daha büyük lekeler görülür ki, bunlar sırn karışmamasından veya kabarcıkların bulunmadığı bölgelerin varlığı ile oluşur. Pere d'Entrecolles'in belirttiği gibi, Çin'liler bakır metalini 800°C derecede yükseltgen pişirmişlerdir. Yükseltgenmiş (oksitlenmiş) olan bakır metali soğutulduğunda, tabaka tabaka ayrılmıştır. Bu tabakaları öğütmek tanecikli maddelerdeki gibi kolay olmayıp, mika öğütmeye benzeyen bu işlem sonucunda, öğütülememiş tabakalar kalmıştır. Yüksek bakır konsantrasyonu sonucunda, iyi öğütülememiş olan kalıntılar, şeftali çiçeği sırlarında yeşilimsi noktalar oluşturmuştur.⁹⁸

Sırın daha az kabarcıklanması istendiği durumlarda, daha sert bir bünye seçilebilir, sır fritlenebilir ve sırn pişirim hızı yavaşlatılabilir, ancak bu da sırn pişirim süresi uzadığı için bakırın buharlaşması ile sonuçlanır.

Şeftali çiçeği pembesi, öküz kanı kırmızısından sonra gelen nadir bulunan renktir. Amerikalılar bu renkle yakından ilgili olup, şeftali çiçeği tanımı kendileri tarafından konulmuştur. Philadelphia Müzesindeki şeftali çiçeği sırlı eserlerde, sırn bünyeye temas ettiği yerlerin açık olması beklenirken, buralarda renkte bir bozulma ve solma görülür. Bu bölgelerde alüminyum oksit içeriğinin yüksek olması, sırn bünyeye güçlü bir şekilde reaksiyona girmemesine yol açar.⁹⁹

Bor oksit (B₂O₃)

Bakır kırmızısı sırlarda bor yeni kullanılmakta olan bir elementtir. Öküz kanı kırmızısı söz konusu olduğunda, bor okside sıcak bakılmamasına karşın, pişirim sıcaklığını (sırn erime sıcaklığını) düşürmesi amacıyla kullanılır. Bor oksidin % 5-10 oranında ilavesi, pişirim sıcaklığını 2-3 cone düşürür.

⁹⁷ Tichane, **a.g.e.**, 66, 46, 47, 25 s.

⁹⁸ Wood, **a.g.e.**, 167 s.

⁹⁹ Tichane, **a.g.e.**, 27 s.

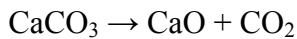
Kirecin yanısıra borik asidin aşırı kullanımı da, mavi renk tonlarına neden olarak, opal oluşuma yol açar. Bu aşırı kullanım, sıvı-sıvı faz ayrımı sonrası, optik etkileşimlere bağlı “flambe” adını alan, mavimsi yanardöner renklerin elde edilmesiyle sonuçlanır. Ancak faz ayrımının sırların dayanıklılığını azaltması, dikkat edilmesi gereken bir durumdur. Aşırı borik asidin varlığı, sırlarda dayanıklılığın zayıflamasına yol açacağı için, bu tip bir görünüm istenirse, borik asit yerine kireç önerilir. Tichane’a göre sır kompozisyonundaki hafif bir düzenleme ile pişirim rejiminde değişiklik olmaksızın opal mavi düzelecektir. Kireç veya borat içeriğinin düzenlenmesi problemi çözecektir.

Yüksek alkali içeriğine bağlı olarak, bakır kırmızısı sırlarda görülen aşırı çatlama, borla alkalilerin kombine olmasıyla sırların sıcaklık genleşme katsayısı düşürülerek, azaltılabilir. Bor bünyelere kurşun kadar aktif etki etmezken, belli bir dereceye kadar uçucu olması borun ana sakıncasıdır. Tichane, boru fitleştirip sırlara ilave ederek, bor oksidin çözünürlüğünü minimuma indirir ve bünyeye geçişini önler.¹⁰⁰

Kalsiyum oksit (CaO)

Kalsiyum oksit, bakır kırmızısı sırlarda temel eritici madde olarak görev yapar. Feldspata kireç eklenmesi, sırnın olgunlaşmasını daha düşük sıcaklıkta sağlayıp, sırı bakırın hareketine karşı daha az açık ve daha az hassas hale getirir. Ayrıca sır ve bünye arasındaki açık bölgenin bir nedeni de kireçtir.¹⁰¹

Kristal suyun giderilmesiyle, bakır ve kalsiyum karbonat dışarıya CO₂ vererek oksitli formlara ayrışır.



Bu reaksiyon nispeten uzun bir pişirim süresinde meydana gelmeli, önce bakır oksit sonra 800°C-900°C derecede kalsiyum oksit oluşmalıdır. Bu ayrışmalar çok yüksek sıcaklıklarda, hem bakır oksidi hem de kalsiyum oksidi oldukça reaktif konuma getirir. Bunun sonucunda bakır oksit ve kalsiyum oksit, sır harcındaki diğer

¹⁰⁰ Tichane, **a.g.e.**, 67, s.

¹⁰¹ Tichane, **a.g.e.**, 122 s.

maddelerle ve bünye ile temas ettikleri yerlerde tamamen tepkimeye girme eğiliminde olurlar. Kalsiyum oksit yüksek sıcaklıklarda çok yakıcı (aşındırıcı), çok reaktif, aynı zamanda refrakter olup, buharlaşmaya eğilimli değildir. Bu nedenle yüksek sıcaklıkta sodyum feldspat ve reaktif kireç olan sır karışımı, kalsiyum feldspat ve sodyum oksidi meydana getirir. Sır içindeki kalsiyum karbonat, 800°C sıcaklıkta kalsiyum okside ayrılarak, kalsiyum feldspat (anorthit) ve alkali oksidi oluşturmak için feldspatla reaksiyona girer ya da kalsiyum frit ve alkali oksit oluşturmak için fritle reaksiyona girer.

Sodyum feldspat + kalsiyum oksit → kalsiyum feldspat + sodyum oksit

Sır bünyenin neresiyle temas ederse etsin, kalsiyum oksit burası ile güçlü bir şekilde reaksiyona girecektir. Kalsiyum iyonları fazla hareketli olmadığından, sır-bünye arasına kalsiyum oksit fazla nüfus etmeyecek, ama burada bazı reaksiyonlar olacaktır. Bu reaksiyonların sonucunda, sır yüzeyinde buharlaşmaya ve sır-bünye ara yüzeyinde ise bünyeyle reaksiyona girmeye hazır olan sodyum ve potasyum oksit ortaya çıkacaktır.¹⁰² Kalsiyum oksit bünyeyle reaksiyona girerek, ara tabaka oluşturur. Bu ara tabaka bir çok kabarcıktan, anorthit kristallerinden ve bu tabakada askıda kalan katı kil minerallerinden meydana gelir. Kabarcıkların yukarı doğru hareketiyle, kil minerallerinde zayıf bir şekilde bağlı olan alüminyum oksit bileşiklerinin, sıranın alt katmanına doğru itilmesi sonucu, bu katmandaki alüminyum oksit miktarı artar. Diğer yandan tamamen erimeyen kalsiyum oksit tanecikleri “balon etkisi”yle kabarcıklara yapışıp, onlarla birlikte yüzeye doğru yükselirler. Benzer olay bakırın indirgenmesi sonucu ortaya çıkan gazların hareketinde de meydana gelir. Bunların sonucunda, yüzey tabakadaki bakır ve kalsiyum oksitin konsantrasyonu artarken, sır-bünye ara tabakada alüminyum oksit miktarı artar. Öte yandan bakırın buharlaşması ve balon etkisiyle bakırın yüzeye taşınması dengelenerek, bakır miktarında önemli bir değişiklik olmaz.¹⁰³

Sodyum oksit çok daha uçucu, nüfuz edici ve çok reaktiftir (potasyum oksit kadar) Kalsiyum oksit iki değerlikli ve çok refrakter olduğundan, hareket etmeye pek

¹⁰² Tichane, a.g.e., 170, 191 s.

¹⁰³ Zhang Fukang, Zhang Pusheng ve Fance Frank, “Scientific Study of Sacrificial Red Glazes”, Ed.: Rosemary E. Scott, **Chinese Copper Red Wares**, Percival David Foundation of Chinese Art Monograph Series No.3, Jolly & Barber Ltd., Rugby, Warwickshire, 1992, 46 s.

mevilli değildir. Diğer bir deyişle sodyum oksit (veya potasyum oksit) çok daha uçucu ve reaktif olduğu gibi, tek değerlikleri nedeniyle hızlı şekilde cama nüfuz ederler. Böylece onlar tüm yönlere hareket ederler, bünyede alkali konsantrasyonu çok az olduğundan bünyeye gitmeyi tercih ederler, çünkü sır içindeki yüksek alkali konsantrasyonu alkalilerin hareketini bünyeye teşvik eder. Tamamen fritli bir sır kullanılsaydı bile, sırnın yüksek alkalitesi sodyum ve potasyumun nüfuz etmesine yol açardı.

Bunlara ek olarak dikkat edilmesi gereken husus, kalsiyum oksidin oluşarak, sır maddeleri ile tepkimeye girmesi sonucu, sır eriyerek sıvılaşmaya başlar. Bu noktadan sonra fırın atmosferinin kesinlikle indirgen olduğundan emin olunması gerekir. Bakır oksit kolaylıkla metalik bakıra indirgendiğinden, güçlü bir indirgeme gerekli olmasa da, atmosferin tamamen indirgen olması gerekir.¹⁰⁴ Çünkü frit erimeye başlarken ve sır oluşurken madde kolaylıkla indirgenemez.¹⁰⁵

Kalsiyum oksitin hafif bir fazlalığı bile (%10 üzeri) faz ayırımına neden olarak, örtücülükle sonuçlanır. Bu iyi bir kırmızı yerine örtücü mavi ve mor renkler vererek, karışım tam olmadığında, flambe etkileri görülecektir. Mavi renk, açık ve merkez kırmızı tabaka arasındaki bölgede, parçacık boyutu etkisi ile oluşur. Böylece kireğin feldspatla olan reaksiyonu alkalilerin hareketiyle sonuçlanıp, onların yayılıp uzaklaşmaları nedeniyle, bu bölge ortalama sır bileşimi bakımından kalsiyumca daha yüksektir. Bu nedenle, tam kırmızı tabakanın altında ve bünyeden sonra açık tabakanın tam üzerindeki bölgede mavi kollaidal renkler oluşur.¹⁰⁶

Maviye olan eğiliminden başka diğer bir dezavantajı da, kalsiyum oksidin bünyeye doğru geçişi teşvik etmesidir. Bu nedenlerden dolayı, kireç miktarını orta seviyede tutmak ve friti kalsiyum içerenlerden seçmek gerekir.

¹⁰⁴ Tichane, **a.g.e.**, 169, 170 s.

¹⁰⁵ Greg Daly, **Glazes and Glazing Techniques**, Kangaroo Press, Australia, 1995, 19 s.

¹⁰⁶ Tichane, **a.g.e.**, 68, s.

M.S. 10. yüzyıldaki sıraltı bakır kırmızısı sırlarda kalsiyum oksit kullanımıyla ilgili problemi Wood şöyle belirtir: “Çin’de Jingdezhen’de M.S. 10. yüzyılın son dönemlerinde kullanılan sıraltı bakır kırmızıları (yingqing sırtı), sırtın akışkan doğası nedeniyle güzel renkler verirken, akışkanlık pişirim sırasındaki bakırın yayılmasını arttırdığından, boyama hatlarının kötüleşmesine neden olmuştur. Bu pigment kullanımı ile görülen olumsuz etkiler, 14. yüzyılın son dönemlerinde, Jingdezhen’li çömlekçilerin sırlarında kalsiyum miktarını düşürerek, “Shufu” tipi sırt yapımlarıyla ortadan kalkmış, ancak bu seferde boyama hatları düzelirken, iyi bakır kırmızıları elde edilemez olmuştur.”¹⁰⁷

Flambe sırları, bakır kırmızısı sırların bazılarında, sınırlı bölgelerde mavimimsi, mavimsi jan janlı tonların oluşmasıyla elde edilen sırlardır. Bunun yaygın haldeki durumuna “flambe” etkisi adı verilir. Öküz kanı sırtına kireç eklenmesi ile flambe elde edilebilir.



Resim 25: John Britt tarafından yapılmış, “flambe” etkili detay.

(Kaynak: www.pottery.magic.com/pottery/glazes/flambe.htm)

Mavimsilik, bir sıvının damlacık halinde diğer bir sıvının içinde yayılırken oluşturduğu faz ayrımına bağlıdır. Şeftali çiçeği pembesindeki kristallerin yayılması yerine, flambede soğuma sırasında küçük damlacıklar iki sıvı faz oluşturarak yayılır. Optik sonuçlar nedeniyle, renk kuvvetini kaybetmekten ziyade, örtücülük, açılma ve bozulma oluşur.

¹⁰⁷ Wood, a.g.e., 175 s.

Sung ve Yuan hanedanlığı dönemindeki ürünlerde, flambe etkileri görülür. Tichane, deneylerinde öküz kanı sırasına % 2-5 kalsiyum oksit eklenmesi halinde, sıklıkla mavimsi rengi elde edildiğini, bu mavi rengin görünüşünün Kangxi dönemindeki flambe renklerle benzerliği olduğunu belirtir.¹⁰⁸ Wood Jun işleri için “*Bakırın çeşitli oksit formları Kuzey Jun sırlarının karışık mavimsi yanar döner ve zengin mikro yapısı ile birleştirildiği zaman, sonuçlar hem esrarengiz hem de olağan üstüydü.*”¹⁰⁹ der. Roman Dönemi bakırca zengin kırmızı cam emayelerin ince bölgeleri mavi görünmektedir. Bu mavi etki olasılıkla, koloidal yakut rengine sahip olan bakır tanecik boyutunun değişiminden kaynaklanmaktadır.¹¹⁰

Bor oksit, kalsiyum oksidin yanısıra mavi rengi oluşturan diğer maddedir. Bor oksit sıvı-sıvı faz ayırımına neden olarak mavimsi renklenme verir.

Alkaliler (Na₂O, K₂O)

Alkaliler bakır kırmızısı rengini geliştirerek, alkali içeriğinin artırılması ile daha iyi bakır yakut kırmızısı elde edilir. Tek değerlikli iyonlar olan alkaliler (Na⁺, K⁺), çok hareketli olduklarından, bakır taneciklerini hareketlendirip, koloidal dağılım oluşturarak, rengin kalitesini artırırlar. Norton ve Brown makalelerinde, sodyum silikat camlarında bakır kırmızısı elde etmenin kolaylığından bahsetmişlerdir.

Alkalice zengin sırlar, iyi renkler ve düşük erime sıcaklığı vermelerine karşın, bunları pratikte kullanmak düşük dayanıklılıkları ve yüksek genleşmeleri nedeniyle daha az tercih edilmiştir. Tichane'nın araştırmalarında alkali içeriğinin %10 civarında görülmüştür.¹¹¹

Weyl alkalilerin yayılmalarına karşı önlem olarak, “Yüksek alkalili sırlar, aynı zamanda yüksek bir ısısal yayılmaya sahip olduklarından, kuvarsca zengin bünye veya astarla birlikte kullanılmalıdırlar.” der.¹¹²

¹⁰⁸ Tichane, **a.g.e.**, 18, 19, 80 s.

¹⁰⁹ Wood, **a.g.e.**, 184 s.

¹¹⁰ Ian C. Freestone, David J. Baeber, Scott, **a.g.e.**, 59 s.

¹¹¹ Tichane, **a.g.e.**, 68 s.

¹¹² Weyl, **a.g.e.**, 155s.

Alkalilerle olan önemli problemlerden birisi, suda eriyen hammaddeleridir. Bu nedenle, alkaliler sır içinde mümkün olduğu kadar soda veya potas yerine feldspat ve fritden sağlanmalıdır. Tichane, friti yüksek bor oksit, düşük alüminyum oksit ve sodadan elde eder, ayrıca yüksek soda düşük potaslı bir sırın, düşük soda yüksek potaslı bir sır kadar iyi renk vermediğini, rengin turuncuya döndüğünü belirtir.

Bakır kırmızısı sırlarda, spodumen gibi lityum içeren bir feldspat tavsiye edilir. Lityumun az bulunması ve pahalılığı nedeniyle, lityumdan kaçınılabılır.¹¹³ Ateş Arcasoy “Çok az olmak koşuluyla lityum oksit (Li_2O) katkısının da parlak kırmızı renk oluşumuna etkisi vardır.”¹¹⁴ der.

Sırda iyi bir erime olmadığı durumda, feldspat yerine nefelin siyenit denenebilir. Diğer yandan sır mat çıkıyorsa, eritici eklemek de bileşimi çok değiştiriyorsa, bakır kırmızısı sır ince tabaka halinde selodon sırası ile kaplanabilir.¹¹⁵

Baryum oksit (BaO), magnezyum oksit (MgO)

Sıra % 1-3 magnezyum oksit eklenmesi, herhangi bir dereceye kadar renk etkilemesi olmadan, sırrın erimesinde yardımcı olacaktır. Tichane, sert sırlarda maddelerin yarattığı problemler nedeniyle mümkün olduğu kadar basit sırlar yapmaya çalışmasına karşın, en iyi sırında % 5 magnezyum oksit kullandığında renkte belirgin bir değişiklik olmadığını belirtir.

Aşırı miktardaki baryum oksit ve magnezyum oksit kristallenme sebebi olarak sırı matlaştırılıp, öküz kanı rengini soluklaştırırken, şeftali çiçeği kırmızısını elde etmek için bu yöntem denenebilir.¹¹⁶

¹¹³ Tichane, **a.g.e.**, 68, 178 s.

¹¹⁴ Arcasoy, **a.g.e.**, 238 s.

¹¹⁵ Coleman Tom, www.studiopotter.org/articles/?art=art0003)

¹¹⁶ Tichane, **a.g.e.**, 67 s.

David Hendley “Simple Red” adlı makalesinde, *Studio Potter* (Stüdyo Çömlekçisi) dergisinde yayınlanmış “Bakır Kızılı Meselesi” (cilt 8, sayı 1, 1979) adlı yazıda sebebine dair bir açıklama olmaksızın, çinkoyu ve baryumu içeren reçeteler sunulduğunu yazar. Tek istisnanın George Wettlaufer’ın reçetesi olup, bu reçetede % 5’lik bir çinko oksit ilavesinin, renge derinlik kazandırmaya yardım ettiğini belirttiğini söyler.

David Hendley aynı çalışmasında; Robert Tichane’ın “*Kızıllar, Kızıllar, Bakır Kızılları*” adlı kitabında, Lauth ve Dutailly’nın baryumla birleşen çinkodan en güzel kırmızılarını elde ettiklerini belirttiğini söyler. Aynı makalede David Hendley; Tichane’nın, Lauth ve Dutailly’nin, çinko ve baryumu, sülfürün bakır kızılı sırlara kötü bir renk vermesinden dolayı, kimyasal olarak bloke etmesi amacıyla kullandıklarını tahmin ettiğini belirtmiş olup, ayrıca Tichane’nın çinkonun % 1’i oranında ya da daha az miktarında rengi, fark edilir ölçüde değiştirmeyeceğini de söylediğini yazar.

David Hendley “*Simple Red*” adlı makalesinde çinko oksit (ZnO) veya baryum karbonatın (BaCO₃) bakır kırmızısı sıra eklenmesi ile fırınlanmış sırn görünümünde bir değişiklik olmadığını belirtir.¹¹⁷

Kurşun oksit (PbO) ve çinko onksit (ZnO)

Tichane; kurşun içeren sırların bakır kırmızısı oluşumu için dezavantajlara sahip olduğunu, parlak ve saf kırmızı renkler vermediğini söyler.

Kurşunlu sırlar, çamurla güçlü bir reaksiyon içindedirler. Camlarda gövde olmadığı için bu olumsuz özellik görülmez. Ayrıca yüksek sıcaklıklarda, kurşun çok buharlaşarak bakırı da beraberinde götürmektedir veya en azından yüksek sıcaklıklarda değişken bir sır bileşenine sahiptirler. Kurşun indirgemeye karşı duyarlı olup, eğer sır aşırı indirgenirse, gri ve siyah renk verir. Ancak bu olay, kurşunun

¹¹⁷ David Hendley, “Simply Red”, *Ceramics Monthly*, no:8, October, 1999, 66 s.

kolayca re-okside olması nedeniyle çok problem değildir. Kurşun oksit kullanılabilir, fakat onsuz da güzel kırmızılar elde edilir.¹¹⁸

Weyl, kurşunlu camların metaller için en güçlü çözücü olduğunu, ayrıca kurşun ve kalay oksit birlikteliğinin altın ve bakır yakut camlarının kalitelerini geliştirdiğini belirtir.¹¹⁹

Kurşun oksit ve çinko oksitin ortak özelliklerinden birisi, düşük derecede buharlaşmalarıdır. Çinko ve kurşun oksitlerin diğer olumsuzluklarının yanısıra, eğer bu oksitler fazla kullanılırsa, kırmızı rengin soluklaşmasına neden olurlar. Kurşun oksit kırmızıyı portakal rengine döndürebilir.

Tichane; en iyi öküz kanı kırmızısına, % 5-10 oranında kurşun oksit veya çinko oksit eklenmesinin rengi soluklaştırdığını, eritici olarak bu oksitleri kullanmak yerine az miktar magnezyum oksidi kullanmayı tercih ettiğini belirtir.¹²⁰

2.2.2. Bakır Oksitin Konsantrasyonu

Camlarda, camın eritilip hızla soğutulduktan sonra kontrollü şekilde ısıtılmasıyla uygun sayıda ve büyüklükte kristaller oluşur. Sırlarda ise gövdenin ani sıcaklık düşüşüne dayanıksızlığı nedeniyle camlardaki gibi hızla soğutulup, çekirdeklenme sıcaklığına çıkartılarak renlendirme sağlanamaz. Bu nedenle sırlarda soğuma sırasında tüm bakır genellikle çekirdeklenip, kristallenir. Soğuma sırasında bakırın tamamı sıra renklendirdiğinden, sırdaki bakır konsantrasyonunun doğru yoğunlukta olması gerekir.

Bakır kırmızılarında, bakır tanecikleri ışığı 20A°-100A° boyutunda, kolloidal dağılımla güzel kırmızı olarak yansıtırlar. Rengin koyu, bulanıklaşmış kırmızıya dönmesinin ana nedeni, büyük bakır yığınlarının, kristallerinin ışık tayfı oluşturarak, ışığı kırması, mavi bileşikler bulundurup, saf kırmızıya zarar vermeleridir, böylece

¹¹⁸ Tichane, **a.g.e.**, 69, 153 s.

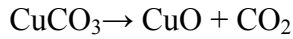
¹¹⁹ Weyl, **a.g.e.**, 343 s.

¹²⁰ Tichane, **a.g.e.**, 69 s.

renk karararak koyulaşır, bulanıklaşarak karaciğer görünümünü kazanır.¹²¹ Buna ek olarak Arcasoy “*Bakır oksidin katkı oranı arttıkça kırmızı renk açılır ve giderek yeşile dönüşür.*”¹²² der. Bu nedenlerden güzel bakır kırmızılarını elde etmek için, bakır konsantrasyonunun düşük olması gerekir.

Sırlara genellikle bakır, bakır II oksit (CuO), bakır karbonat (CuCO₃) veya bakır I oksit (Cu₂O) bileşikleri halinde konur. Robert Fournier “*Bakır I oksit yükseltgen pişirimde yeşil bakır II okside hızlı bir şekilde döner.*”¹²³ der. Bakır I oksit veya bakır II oksit kullanmanın önemi yoktur, çünkü her ikisinde metalik bakıra indirgenir. Bakır bileşiklerini suda çözünebilirliklerinden göre seçilir.

Bakır karbonat, yumuşak dokusu nedeniyle az öğütülüp, sır karışımına kolaylıkla karıştığından, genellikle bakır kaynağı olarak tercih edilir. Bakır karbonat değişken bakır içeriğine sahip olsa da, genelde bünyesinde % 50-75 bakır içerir. Bakır karbonat 200°C-500°C derecede ısıl ayrılma sonucu, diğer sır unsurlarıyla iyi bir reaksiyona girecek olan reaktif bakır oksit ve CO₂'i oluşturacak, bu da bitmiş sırda iyi bir karışıma yol açacaktır.



Bakır oksit, bakır karbonattan daha güçlü boyadır. Bakır karbonat bünye ve sıra bakır oksitten daha düzenli şekilde yayılır. (Bakır karbonatı bakır II okside çevirme faktörü: 0.645; Bakır II oksidi bakır karbonata çevirme faktörü: 1.55)

Bakır oksidin konsantrasyonunun % 0.2-0.5 arasında olduğu durumlarda, en parlak bakır kırmızılarını elde edilir. Bakır konsantrasyonu % 0.2 den az olursa kırmızılar kaybolmaya başlar. Eğer bakır oksidin miktarı % 1 veya daha çok olursa, renk kahverengimsi, mor ve örtücü olur.¹²⁴ Wood, “*Xuande sırlarında potasyum oksit fazlalığının yanısıra % 0.4-0.6 arasında bakır konsantrasyonu bulunmuştur.*”¹²⁵ der.

¹²¹ Tichane, **a.g.e.**, 117, 149 s.

¹²² Arcasoy, **a.g.e.**, 238 s.

¹²³ Fournier, **a.g.e.**, 74 s.

¹²⁴ Hamer, **a.g.e.**, 75, 77 s.

¹²⁵ Wood, **a.g.e.**, 179 s.

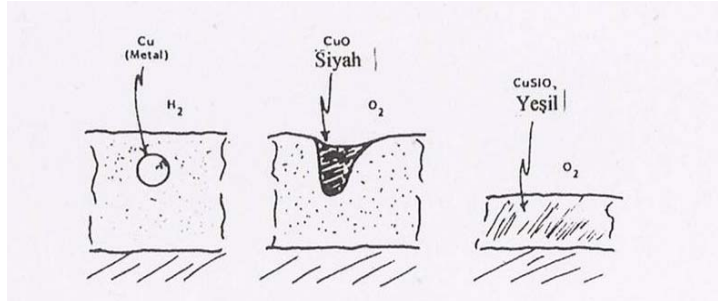
Bakır kırmızısı sırlar için, çok dar bakır konsantrasyonu aralığı vardır. Kontrollü bir bakır konsantrasyonunun varlığı iyi bakır kırmızıları için en önemli gereksinimlerden biridir.

Ayrıca istenmeyen renkler veya renksiz açık sırların oluşmasını önlemek ve iyi bir renklenmeği sağlamak için, soğutma hızının uygun olması gerekir. Fazla uzun soğuma hızı, büyük bakır taneciklerin oluşmasına sebep olarak, rengi bozar.

Yeşil ve siyah noktalar; bakır kırmızısı sırların üzerlerinde oluşabilir. Siyah donuk mat görüntü, sıklıkla koyu yeşil görüntülerle birleşecektir. Bunun nedenlerinden birisi, yüksek konsantrasyonuyla bakırın soğuma işlemi sırasında, fırının tam kapatılmamasından dolayı re-oksidasyonudur. Hidrojen ve/veya karbon monoksit, bakır oksidin tamamını metalik bakıra dönüştürür. Oluşan metalik bakır damlacıkları, sırdaki bakır oksit konsantrasyonunun artmasıyla, daha da büyüyerek, sırnın yüzeyine yakın yerleşebilirler. İndirgenme işlemi bittikten sonra, bakır oksijenle reaksiyona girdiğinde, hem bakır II oksit (siyah) hem de bakır silikat (yeşil) oluşabilir. Eğer bakır konsantrasyonu fazla olursa, soğuma sırasında re-oksidasyondan dolayı, kuprik kristalleri oluşur ve donuk mat kehribar siyahına döner; son olarak da sırda çözülmüş yeşil bakır silikata bir dönüşüm olur. Bakırın konsantrasyonu daha yüksek olduğunda ise, bakır oksidin, bakır silikattan daha fazla olması nedeniyle, siyah bakır II oksit yeşil bakır silikatı ($CuSiO_3$) kapatır. Büyük fırınlarda soğuma yavaş olacağı için yeşil alanların çok olması beklenir. Diğer bir durum ise, bakır konsantrasyonunun yüksekliğiyle ilgili olmayıp, yüzeye yakın yerlerdeki bakırın sır soğurken re-okside olmasıyla, bakır silikat yeşilinin oluşmasıdır. Eğer bakır II iyonları konsantrasyonu az ise, kırmızı renk ile karışıtklarından gözlemlenemeyebilirler.

Meydana gelen kuprik iyonları, eritici ajan olarak bakır taneciklerini havaya maruz bırakıp, oksitlenmeyi arttırarak, reaksiyonun kendi kendine beslenmesine yol açarlar. Bu döngünün gerçek nedenlerinden birisi, kırmızı bakır sır içindeki güçlü yeşil bakır lekelerin, sırnın kırmızı kısmından çok daha ince olmasında yatmaktadır.

Bu fasit dairenin doğru olduğunu gösteren nedenlerden bir tanesi, kırmızı bakır sır içindeki güçlü yeşil bakır lekelerin, sırnın kırmızı kısmına göre çok daha ince olarak bulunmalarıdır; yani açık bir şekilde, orada güçlü eriticiler oluşmaktadır.¹²⁶



Şekil 1: Soğuma sırasında, metalik bakırın yeşil bakır cama doğru değişimi.

(Kaynak: TICHANE, 1998, 99)

Bölgesel olarak yüksek konsantrasyon oluşturacak bakır parçacıklarından sakınmak için, çözeltinin iyi dağıldığından emin olunmalıdır. Bakırın yayılımının iyi olmadığı durumlarda sır içinde bakır yeşili benekler, lekeler oluşur. Bu yaygın olarak Çin Kangxi şeftali çiçeği sırlarında görülmekte olup, bunlarda bakır oksit sır içinde zayıf yayılmış bir formda bulunmaktadır. Bunun nedeni, bakır oksidin iyi öğütülmemiş olmasıdır. Sonuç olarak, pişirimi yapılacak sırda yüksek konsantrasyonda kuprik (Cu^{+2}) iyonları varsa ve bakırın sır içindeki yayılımı iyi değilse, Çin Kangxi şeftali çiçeği sırlarında olduğu gibi yeşil lekeler, benekler ve siyah mat noktalarla karşılaşılabilir.¹²⁷

Ayrıca indirgeme yoğunluğunun da çok düşük olması, yeşil renklenmeye neden olur. Böylelikle bakır konsantrasyonunun yüksek olduğu, indirgemenin de hafif olduğu durumlarda, Tonguan fırınlarında görüldüğü gibi, renk bakır kırmızısından ziyade bakır-yeşil ile sonuçlanır.¹²⁸

¹²⁶ Tichane, a.g.e., 99 s.

¹²⁷ Tichane, a.g.e., 81,82 s.

¹²⁸ Wood, a.g.e., 167, 170, 182 s.

Bu durumlardan kaçınabilmek için, sırn eridiğinden emin olmak (çünkü erimiş sırn indirgenmesi ve oksitlenmesi zordur.¹²⁹), bakır konsantrasyonunu düşük tutarak iyi dağılmasını sağlamak, indirgemenin şiddetini de iyi ayarlamak gereklidir (bakır çok olduğundan, indirgendikten sonra tam erime olmayıp, bakır havayla temas edince kuprik oluşur ve eritici oluncada öyle kalır).

Kalay veya demir oksidin ilave edilmesiyle, daha iyi yayılmış bakır kristalleri elde edilir, bunun nedeni ise iyi bakır kristalleri oluşturacak olan stannous oksit veya ferrous oksitin, kuprouz oksit ile arasındaki karmaşık reaksiyondur. Yalnız burada dikkat edilmesi gereken durum, bakır ile bu yardımcı indirgeyici ajanlar arasında dengeli bir oluşum elde edilmesidir. Aksi takdirde, kalay oksit yerine indirgeyici ajan olarak demir oksitin fazla kullanıldığı durumda oluşan sarı, mavi, yeşil renkler bakır kırmızısı rengi bozmaya eğilimlidir. Genelde bakır konsantrasyonunun içine, ağırlığının iki katı kalay oksit eklenir.¹³⁰ Weyl, kalay oksidin yetersiz olması durumunda camın göz alıcılığının oluşmadığını, çok fazla olması durumunda ise camı karaciğer rengine döndürdüğünü belirtir.¹³¹

Bu iki bileşiğin sır içinde fritlenerek kullanılması gerektiği söylenebilir, ancak bu işlem gerekli değildir. Bakır karbonat, kalay oksit ve fritin uygun harman karışımı, iyi bakır kırmızısı renklere yol açacaktır. Bu karışım iyi öğütülmeli ve harman içinde tamamen dağıtılmalıdır. Özellikle iyi yayılmış kalay okside sahip olmak önemlidir. Hem iyon, hem de buhar halindeki bakır öyle hareketlidir ki, etrafına kolaylıkla yayılır, diğer yandan kalay oksit sır içinde tamamiyle hareketsiz olduğundan iyi karıştırılmalıdır.¹³²

¹²⁹ Daly, **a.g.e.**, 19 s.

¹³⁰ Tichane, **a.g.e.**, 123, 173 s.

¹³¹ Weyl, **a.g.e.**, 427 s.

¹³² Tichane, **a.g.e.**, 123, 173 s.

2.2.3. Sır Kalınlığı, Tabakalaşma ve Kabarcıklaşma

Tabakalaşma tüm sırlarda bir dereceye kadar bulunmasına karşın, bakır kırmızısında oldukça belirgin haldedir. Sıra kesitten optik mikroskop altında bakınca, yüzeye yakın tabaka saydam görünür. Kırmızı tabaka ortada bulunur ve alttaki saydam tabaka ise bünyeye yakındır. Sır, orta tabakasinda kırmızı rengi oluşturabilecek kalınlıkta olmalıdır.

Bakır kırmızısı sır rengi, çözelti sıri olan kobalt veya oksitlenmiş bakır sırlarındaki gibi kalınlık azaldığında solmaz, ancak sır incelendiğinde rengin tamamen kaybolduğu durumlar ortaya çıkar. Eğer sır yeterince kalın olmazsa, ortadaki katman incelediğinden kırmızının tonu açık olacaktır. Çok ince bir sır oluşursa, renk kaybolarak, iki tabaka bölgesi oluşacaktır, bunlarda bünyeye geçişin oluştuğu bünye-sır arasındaki saydam bölge ile buharlaşmanın oluştuğu saydam yüzey bölgesidir. Bakırın konsantrasyonunu arttırmak, açık alt ve üst tabakaları ortadan kaldırmıyacak, sırin ince uygulanması ise çok yüksek bakır konsantrasyonunda bile bakırın buharlaşması nedeniyle kırmızı rengin kaybolmasıyla sonuçlanacaktır. İşin dizaynı ona göre tasarlanmalıdır, uzun formların yüksek kısımlarında, sır akmaya bağlı incelemek, pişirim sonrasında renk değişimlerine yol açar.

Tersi durumda ise, aşırı kalın bir sır koyu hatta siyah renk bile verebilecektir. Bu nedenle, istenen renk tonunda, saydam bakır kırmızısı sır elde edebilmek için, sırin uygun kalınlıkta olması gereklidir. Rengin yokluğundan veya koyuluğundan sakınmamız için, sırin 0.2mm-0.3mm hatta 0.5mm optimum kalınlıkta olması gereklidir.¹³³ Yongle ve Xuande sırların kalınlıkları 0.5mm-0.8mm arasındadır, bazı parçalarda sır kalınlığın 1.8 mm çıktığı görülmüştür. Kangxi, Yongzheng ve Qianlong sırların kalınlığı 0.3mm-0.4mm olup, bazıları 0.6mm'dir.¹³⁴

¹³³ Tichane, a.g.e. 40 s.

¹³⁴ Zhang Fukang, Zhang Pusheng ve Fance Frank, "Scientific Study of Sacrificial Red Glazes", Ed.: Rosemary E. Scott, **Chinese Copper Red Wares**, Percival David Foundation of Chinese Art Monograph Series No.3, Jolly & Barber Ltd., Rugby, Warwickshire, 1992, 42 s.

Düzgün bir sır elde edebilmek için, uygun sırlama tekniğini seçmek gerekir. Daldırma tekniği, işin üst kısmında sırn kalınlığını sağlamanın zor olmasından dolayı kötü bir seçimdir. Sonraki tercih edilecek olan teknik, sırn fırça ile iş üzerine uygulamaktır. İşin dikey özellikleri göz önüne alınarak, dikkatli bir şekilde sırn kalınlığı sağlanmalıdır. Sırn kalınlığını kontrol ederek yapılan spreyleme yöntemi düzgün bakır kırmızılar elde edilmesi açısından en iyi yöntemdir.¹³⁵

Tabakalaşma

Homojenlik sırlar için arzu edilmesine karşın, uygulamada imkansızdır. Tabakalaşma, yüzey buharlaşması, yüzey oksitlenmesi, sırn-gövde etkileşimi ve yayılımı sonucu meydana gelir. Sırn hem kendi içinde, hem de tutunduğu bünye ile reaksiyona girmeye başladıktan sonra, gaz çıkışları nedeniyle düzensizleşip, homojenliğini kaybeder. Bu gazların sırn üzerinde karıştırıcı etkisi olup, sırn katmanlarından geçen kabarcıklar ince, dar çizgiler oluştururlar. Sırn yüzeyinde net değişiklikler olacağından, sırn ortasından farklı kompozisyonlar ortaya çıkar.

Sırn içindeki tabakalaşma, en iyi şekilde alkali hareketlerinin incelenmesiyle anlaşılır. Alkali sırn dış yüzeyinde buharlaşarak atmosfere karışırken, üst yüzey alkali açısından fakirleşir. Bu arada, bünye üzerine yayılan sırn da, alkalinin bünyeye difüzyonu sonucu, alkaliden zayıf bir tabaka oluşacaktır. Böylece sırn içinde düzenli homojen yapıda olmayan üç katman ortaya çıkar.

Mellor sırn optik mikrografik incelemesinde, yüzey yakınında açık bir tabaka, sonra sarımsı tabaka, onu izleyen merkez kırmızı tabaka, sonrasında mavimsi tabaka ve bünyenin yanında açık tabaka şeklinde 5 tabaka belirtmiştir.

Tichane bunu daha basitleştirerek, sırları 3 temel tabaka üzerinden incelemiştir: Bünyeye bitişik temas halinde olan I. alt sırn tabakası açık veya renksizdir. Burada, farklı bileşimdeki bünye ile temasda olan çok aşındırıcı bir madde ile yüzleşilir. Bünye-sırn ara yüzeyi oldukça büyük bir geçiş bölgesi halindedir.

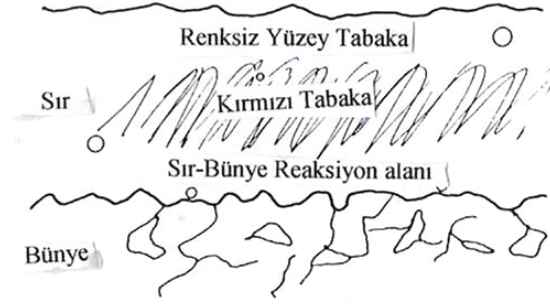
¹³⁵ Tichane, a.g.e., 151, 177, 40 s.

Burada, sıra bünye maddelerinin ve bünyeye sır maddelerinin yayılımı şeklinde birçok reaksiyon olacaktır. Eğer sır ve bünye arasındaki reaksiyonlar iyi olmazsa, sır bünyeye güçlü bir şekilde bağlanamayacaktır. Bünye ile sır arasındaki reaksiyonlar, bakır kırmızısı oluşumuna engel olan madde (alüminyum oksit) sebebiyle oluşur. Yüksek alkalili sırlar, bu tabakada bünye ile reaksiyona girerek, alüminyumdan güçlü ikinci bir alt tabaka oluştururlar. Alüminyum oksitli tabaka, renklerin oluşumu için gerekli faz ayrımını desteklemediğinden, bakır kırmızısı ile bağdaşmaz. Bunlara ek olarak bakırın hareketiyle bünyeye yayılım olur. Böylece bir bakır kırmızısı sırda, bünyeye komşu tabaka açık veya en azından kırmızı renkte değildir.

Orta bölgedeki II. sır tabakası kırmızı renktedir. Bakırın konsantrasyonu dış yüzeyden, merkez kırmızı bölgeye doğru göreceli olarak artar ve iki tabaka arasında güzel kırmızı bir renk oluşturur. Uygun kalınlıkta ince taneli merkez bir tabaka yapılabilirse, sır ezik çilek görünümde güzel bir renk kazanır. Bakır taneciklerinden oluşan bu kırmızı tabaka, bünyeye komşu olan tabakada güçlü bir yanardönerlik gösterir. Bu tabakada kalınlık fazla ise, bünye tarafından bakıldığında karaciğer rengine dönük kötü bir kırmızı görülür.

Yüzeyde olan III. sır tabakası açık ve renksizdir. Kırmızı, merkez bölgeden yüzeyel tabakaya doğru göreceli olarak açılır. Buradaki açık tabakanın nedeni çok geçişli katmanlardır. Alt kırmızı tabakadan yüzeye doğru geçişte, bakırın yoksunluğu ortaya çıkar ve en üstte kırmızı bir çökelti almak için yapılan tüm denemeler sonuçsuz kalır. Üst tabakadaki bu renksizliğin bir nedeni de, sır gözeneklerinden sızan oksijenin, (veya hidrojenin kaybı) yüzeydeki bakır miktarını, renksiz bakır I iyonlarına (Cu^+) dönüştürmesidir. Oksijenin sıra nüfuz etme eğilimi fazla yoktur, yine de oksijen herhangi bir sırdan ziyade bakır kırmızılarını üzerinde daha çok etkiye sahiptir. Diğer yandan bakır yayılımının düşük olması, bakır kırmızılarını için iyi olmadığından istenmez, ancak yayılımın yüksek olması da istenen bir durum değildir. Bakır özellikle bir değerlikli bakır I oksit formunda, hem bünye içinde hem de sırda kolaylıkla yayılır. Bu nedenle camdaki bakır I iyonları, yüksek yayılımı sonucu devamlı sır yüzeyine taşınır, ardından buharlaşmaya bağlı bakır kaybı gerçekleşir.¹³⁶

¹³⁶ Tichane, a.g.e., 60, 119, 127 s.



Şekil 2: Sır tabakaları. (Kaynak: TİCHANE, 1998, 59)

Büyük bir olasılıkla rengin kaybolması yükseltgen (oksitleme) pişirim ile değil, buharlaşma yoluyla, çünkü indirgen pişirim tekrar yapıldığında kırmızı oluşmaz. Tichane kendi yapmış olduğu deneylerden, indirgen pişirimde buharlaşmanın arttığı, bu sırada bakırdan ötürü yeşil alev çıktığını belirtir. Bakırın buharlaşma olayına ve yayılımına karşı alınabilecek önlemler sınırlıdır. Tichane, kaybedilen elementlerin atmosferden sağlanması gibi, buharlaşmadan kaçınmanın bazı yolları olduğunu söylesede, bu kayıpların tamamıyla dengelenmesinin neredeyse olanaksız olduğunu belirtmiş, ancak yine de bir takım öneriler sunmuştur.

Tichane, silisyum dioksitce zengin olan bünyelerde, bakırın silika bünye boyunca ilerlemediğini belirtmiş, % 100 silika olan bünyeler üzerinde bakır kırmızılı denemiş ve bünyenin yanında açık bir sır tabakasını elimine etmiştir. Bünye üzerine bol silisyum dioksitli astar uygulamasıyla, sır ve bünye arasındaki açık tabakanın yok edilebileceğini, bu silika tabakasının olabildiğince kalın olmasıyla, bünyenin silikaya doğru göç edemeyeceğini söylemiştir.¹³⁷ Bir başka önlem olarak Coleman “*Sır altına ince bir bakır çözeltisi fırça ile sürülür. Bu bakırın bünyeye geçişini engeller.*” der.¹³⁸

Pişirim süresinin uzun ve pişme sıcaklığının yüksek olduğu durumlarda sır içindeki bakırın buharlaşması artar. Buharlaşmaya ek olarak sır veya ortamdaki uçucu maddeler, kendileriyle birlikte bakırı da sürüklerler. Bakırın buharlaşmasına karşı alınabilecek ilk önlem, pişirim derecesinin olabildiğince düşük ve pişirim süresinin de olabildiğince kısa olmasıdır. Buharlaşma sırnın açık durumunda kolaylıkla ortaya çıkacağından, 500°C’den 1100°C dereceye veya sırnın kapanacağı noktaya kadar hızlı bir pişirim gerekir. Ancak sır pişirim süresinin düşürülmesi, yüksek miktarda kabarcıklı sırlar oluşturarak, rengin tonunu açabilir. Tüm bunlara ilaveten indirgeme zamanı da mümkün olduğu kadar kısa tutulmalıdır, çünkü bu ortamda bakırın buharlaşması artar. Yükseltgenme-indirgenme dönüşümünün Seger ve diğerleri tarafından tavsiye edilmesinin nedeni budur. Pişirimin yükseltgenme kısmında buharlaşma olmadığından, yükseltgenme ve indirgenme durumlarını kullanarak, kaybı % 50 düşürebiliriz. Endişendiği şey sır kapanırken yükseltgen atmosfere sahip olmaktır. Maximum pişirim sıcaklığı aşağı yukarı 1250°C derecedir. Eğer pişirim 1350°C dereceye kadar sürdürülürse, aşırı buharlaşma sonucu zayıf renkler oluşur.

¹³⁷ Tichane, **a.g.e.**, 127, 182 s.

¹³⁸ Tom Coleman, www.studiopotter.org/articles/?art=art0003)

Bakırın buharlaşmasını minimize etmek için pişirim işleminin olabildiğince düşük ve hızlı olması tavsiye edildiğinden, sıran çoğunun frit olması makuldür. Fritli sırlar, pişirim derecesini bir parça düşürerek, süreyi biraz kısaltırlar. Fritleme ile ilgili problem, vizkoz ve refraktör bir sır istenmesinden ötürü, oldukça yüksek sıcaklıkta pişen bir frit gerekliliğidir.

Buharlaşmaya karşı saf madde ve sagar kutusu kullanımıyla önlemler çeşitlenebilir. Saf metalik bakırın kaynama noktası 2595°C, erime noktası ise 1083°C'tadır. Bakırın düşük uçuculuğuna rağmen bakır kaybı düşündürücü olup, bakır bileşiklerinin uçuculuğu, bakırın buharlaşması açısından önemlidir. Özellikle halojen bileşikleri oldukça uçucudur. Klor buharlaştırmada aktif bir ajan görevi görür. Klorid bolluk bakımından dünyada 12. sırada ve her yerde bulunur. Odunda, bitkilerde, suda, havada pek çok yerde bulunur. Kolay çözündüğü için yer altı sularında toprak parçacıkları ile değış tokuş yapar. Havadaki klor oranı % 0.01 ise, fırından 90gr. kadar klor gazı geçerek, sırdaki bakır ile reaksiyona girebilir. Havadaki az miktarda tuz bile reaksiyonu etkiler. Bu nedenlerden dolayı pişirim sırasında havadaki, sudaki ve yakıttaki klor bileşiklerinden sakınılmalıdır.

Bakır kırmızısı iş, duvarları bakır oksitle kaplanmış sagar kutusunda pişirilirse iki şey olur. İlkinde eğer bakır kutu içersinde klor bulaşıklığı varsa, klor sagarın iç kısmındaki bakır oksit fazlalığı ile reaksiyona girerek zararlı etki yapmadan önce tüketilir. Diğerin de ise hem sır içinden, hem de sagar kutusundaki bakır oksit maddesinden klorla birleşmek için buharlaşmanın olması, iş üzerinde daha az bakır kaybına yol açacaktır. Diğeryandan sırdan gelen sadece bazı bakır maddelerinin buhar atmosferi varsa, o zaman sagardan gelen bazı bakır maddelerinkiyle hemen hemen eşit miktarda olacaktır ve bu sırdan gelen kaybı nötralize eder.¹³⁹

¹³⁹ Tichane, a.g.e., 129, 130, 131 s.

Buharlaşmaya karşı alınan ek önlemler olarak, Tom Coleman, yüksek sıcaklıkta yüzeyin sabitlenmesi için, demir oksitin fırça ile sır üzerine sürülmesini, gaz halindeki bakırın çömlerden çömlğe dolaşarak, bacadan uçmasını önleyeceği için, fırının işlerle tam dolu olmasını önerir.¹⁴⁰ Russell Andaval ise, sır içine demir ve bor oksit eklenmesiyle, bakır iyonlarının sır üzerinden buharlaşmasının önlenebileceğini, bu nedenle yaklaşık % 1 demir oksit kullanılmasını tavsiye eder.”¹⁴¹

Sır ya çok yüksek sıcaklıkta olduğu için, ya da çok uzun pişirim süresi geçirdiği için akacaktır. Sırın akıp, incelmesini önlemek ve iş üzerinde düzenli kalın tabaka oluşturmak için, sırın vizkozitesi kontrol altında tutulmalıdır. Sırın bileşimi önemli olup, öncelikle yüksek eritici maddelerden sakınılması gerekir. Kireç bakır kırmızısı sırlarda önemli bir eritici olmasına karşın, alkaliler sırın akışkanlığı üzerinde çok daha etkilidirler. Alkaliler bakır kırmızısını geliştirmelerine rağmen, aşırı kullanılmamalıdır. İş üzerinde düzenli ve kalın bir sır oluşabilmesi için, sırın oldukça refrakter ve visköz niteliklere sahip olması gerekir. Ancak refrakterliği ve viskoziteyi kontrol eden en iyi madde alüminyum oksit olup, bakır kırmızısı söz konusu olduğunda tercih edilen bir madde değildir.

Akmayı azaltmak için viskozitenin artırılması, renkte bozulmayı ve daha az parlak sır elde etmeyi getirir. Bu nedenlerden ötürü silika, uygun kalınlığı vermesi, istenen düzeyde refrakterlik ve viskoziteyi sağlaması açısından, bakır kırmızılı için daha uygundur. Daha fazla kalay ve bakır eklenmesi, kalın bir sır uygulanması ya da uzun formlarda akışkanlığı azaltmak için viskozitenin artırılması rengin geçişli olmasını azaltabilir. Bütün bu önlemlerin sonucunda, renk işin üst tarafında kırmızı olurken, gövdesi zayıf kırmızıdır. Tercihe göre üstte beyaz görünümlü ton, altta güzel renk ya da tamamiyle parlak olmayan kırmızı obje yapılabilir.

¹⁴⁰ Tom Coleman, www.studiopotter.org/articles/?art=art0003)

¹⁴¹ Russell Andaval, <http://andavall.tripod.com/CopperRed.html>

Mellor tarafından tesbit edilmiş olan, bünyeye yakın açık tabaka ile merkezde bulunan kırmızı tabaka arasındaki mavimsi tabaka, sır bileşenlerinin değiştirilmesi ile ortadan kaldırılabilmektedir. Tichane kendi deneylerinin sonucunda, fırın atmosferinde değişiklikler yapılmasıyla veya sır bileşenlerinin farklılaştırılıp, camsı bir sır kullanmayla mavi tabakanın ortadan kalktığını görmüş, kireç-feldspat-frite ilaveten bakır ve kalaydan oluşan sır bileşimiyle mavi tabakanın oluşmadığını belirtmiştir.¹⁴²

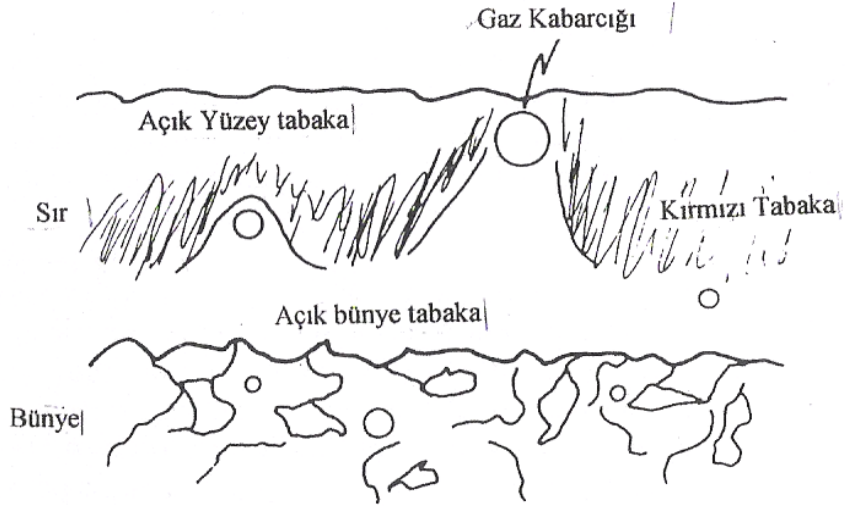
Kabarcıklanma

Sırların içinde, büyük miktarda kabarcık oluşumları bulunmaktadır. Toz halindeki maddenin erimesi sonucu nitrojen, oksijen, karbon dioksit ve su buharı gibi yayılan gazlar, cismin ısınmasıyla genişleyen gözeneklerden kabarcıklar halinde çıkarlar. Tüm bu kabarcıklar sır içinde hapsolup kalmamak için, yollarını bulmak zorundadırlar.

Sır oluşumu sırasında, sır-bünye arasında çok sayıda kabarcık oluşur. Gazlar kabarcıklanma halinde, alttaki temiz tabakadan geçerek yükselirler, sonra ortada kırmızı tabakayı, sonunda da karıştırıcı bir işlemle üstteki temiz tabakaya ulaşırlar. En nihayetinde kabarcıkların patlaması ile daire şeklindeki kalıntı, yüzeyde benekli bir görünüm oluşturur. Hiçbir zaman aynı kompozisyonda bulunmayan bu kalıntıların görünümü, karaciğer renginde yuvarlak bir sır parçasının, kırmızı sır üzerine yayılması şeklindedir. Isıtmanın devamında, sır parçanın yanlarından, aşağı akma işlemine devam eder. Bu kaynama ve akma hali devam ederken, sırların yüzeyinde kabarcık izi şeklinde kalır. Bu dairevi kabarcık izi koyu renkli bir materyal içerdiğinden, kısmi bir “**tavşan kürkü**” etkisi olarak, çok güzel kırmızı rengin içine doğru akan çizgi halinde algılanır. Görünüm cisimden aşağıya doğru diğer renklerle karışmış, çizgisel izlerin bulunduğu, güzel bir kırmızı halinde olacaktır. Kalın kahverengi merkez tabaka zayıf görünümlü bir renk oluşturacakken, daha az karaciğer renginin varlığı, daha iyi bir öküz kanı görünümünü sağlar. Birbirine benzemeyen iki kar tanesi gibi, çok sayıda sır tabakasının içinden

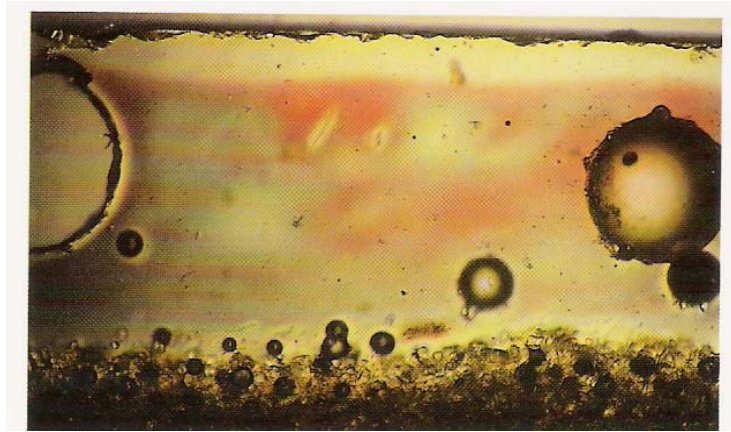
¹⁴² Tichane, a.g.e., 189 s.

kaynaklanarak yükselen kabarcıklar nedeniyle, renkler birbirlerine hiç benzemezler, bu da çok çeşitli öküz kanı renklerinin varlığını açıklamaktadır.



Şekil 3: Tabakalardan yükselen kabarcıklar. (Kaynak: Tichane, 1998, 61)

Beneklenmenin bir başka tipi ise, kırmızı tabakanın bünyeye yakın olan kısmı üzerinde, mavi bakır parçacıklarının sık olarak ortaya çıkmasıdır. Kabarcıklar sır içinde kaynama sırasında mavimsi, kırmızımsı ve açık tabakalar boyunca sürüklenerek farklı bir etki ortaya çıkartırlar.¹⁴³



Resim 26: Merkez renkli bölgede kırmızı ve mavimsi-gri alanları gösteren tabaka yapısı. (Kaynak: SCOTT, 1992, 82)

¹⁴³ Tichane, a.g.e., 61, 62, 84, 85 s.

İkisinde de ortak olan husus sırn akıcılığıdır. Sırn akıcı olması ve ürünün dışına doğru akması, karışım üzerinde daha farklı çizgilenme etkileri oluşturur. Eğer sırn daha viskoz olsaydı, kabarcıklar kaynadığı zaman, dairesel bozukluklar oluşturacaktı, ancak sırn akarken bu küreler uzatılmış çizgisel bir görünüm kazanırlar. Eğer çizgilenme azaltılmak istenirse, tabakalaşma, kabarcıklanma ve akmanın azaltılması gerekir. Akmanın azaltılarak, düzgün kırmızı bir sırn elde edebilmek için, yüzey sırlamasının yatay yapılması gereklidir.

Kabarcıkların bulunmadığı bir sırn, tabakalaşma olmasına rağmen, mükemmel bir kırmızıyla sonuçlanır. Yavaş pişirim ve sert bisküit bu sonuca yardımcı olurken, bakırın buharlaşması olumsuz bir etki yaratır. Kabarcıkları en alt düzeye indirmek için kullanılan diğer bir çözüm ise, fritli sırn kullanılması olup, bu teknik sadece bazı gazlar için uygulanabilir.¹⁴⁴

Bakır kırmızısı sırlar, gaz çıkışlarından dolayı, birçok sayıda iğne deliklerine sahiptir; bu etkiyi minimize etmek için, sırn eritecek olan kalsiyum karbonat (CaCO_3) ve kemik külü ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) eklenir. Diğer yandan bu unsurlar bakırın sırdan buharlaşmasına neden olurlar, böylece bunların, bakır iyonlarının kristallenmesini sağlayan maddelerle dengelenmesi gerekir.¹⁴⁵

Alüminyum oksidin fazlalığı ve vizkozitenin yüksekliği, sırn içinde kabarcıkların kalmasına neden olarak, rengin açılmasına ve şeftali çiçeği rengi almasına neden olur.

Sıraltı kırmızı, sırnın çok ince olduğu durumlarda, bakırın bol olmasına karşın, kırmızı renk oluşamaz. Sırn kalınlığının 0.5 mm. olduğu durumlarda güzel kırmızı renk elde edilir. Bunun yanısıra sınırları en keskin görüntüler, rengin en zayıf olduğu yerlerde bulunur.¹⁴⁶

¹⁴⁴ Tichane, a.g.e., 61, 62, 84, 85 s.

¹⁴⁵ Russell Andavall, <http://andaval.tripod.com/CopperRed.html>

¹⁴⁶ Tichane, a.g.e.,27, 49 s.

2.2.4. Bünyenin Etkisi

Sırlar doğaları gereği yüksek sıcaklıkta sıvılaştıklarından, aşındırıcı sıvı sır ile bünye arasında doğrudan reaksiyon gerçekleşerek, bünyeden sıra, sırdan bünyeye karşılıklı geçişler olur. Tichane, sır-bünye arasındaki reaksiyonların, sır pişiriminde ortaya çıkan problemlerin % 50'sine kadar sorumlu olduğunu düşünür. Bakır kırmızılarında ise bu oran % 25 dir.

Sırın eriyebilmesi için eklenen eriticiler (kalsiyum oksit), sır maddeleriyle yaptıkları gibi bünyeyle de reaksiyona girerler, bunun sonucunda da bünyeyle sır arasında açık bir bölge oluşur. Yüksek sıcaklıklarda çok aşındırıcı ve reaktif olan kalsiyum oksit, iki değerlikli ve refrakter olduğundan, buharlaşma ve hareket etme eğilimi göstermez. Sırda bulunan kalsiyum karbonat 800°C sıcaklıkta kalsiyum okside ayrılıp, kalsiyum feldspat ve alkali oksit oluşturmak üzere feldspatla reaksiyona girer, ya da kalsiyum frit ve alkali oksit oluşturmak için fritle reaksiyona girer. Oluşan alkaliler bir değerlikli hareketli iyonlar olup, sır yüzeyinde buharlaşmaya ve sır-bünye ara yüzeyinde bünyeyle reaksiyona girmeye yatkındır. Alkaliler tüm yönlerde hareket ederler ve bünyede alkali konsantrasyonu çok düşük olduğundan bünyeye girerler.¹⁴⁷

Tek değerlikli iyonlar oldukları için potasyum ve sodyum çok reaktif ve hareketlidirler. Konsantrasyonları yükseldikçe, hareketlilikleri artarak, hem yüzeye hem de bünyeye dağılırlar. Alkali bünyeye göç ettiği zaman, alkali konsantrasyonunun en yüksek olduğu yerde bünyenin sıvılaşmasına yol açarak, açık bir bölge oluşturur. Ek olarak bünyeden sıra alüminyum oksit geçerek rengi açılır. Alkalilerin bünyeyle olan güçlü reaksiyonları sonucu, bünye ile sır arasındaki alt tabakada alüminyum oksit oranı yükselir. Alüminyum renklerin oluşumu için gerekli faz ayrımını desteklemediğinden, bu tabaka açık renk olup, en azından kırmızı olmaz. Alkali iyonların normal bünyeye olan yayılımı, silikalı bünyeye göre daha fazladır. Bu nedenle önlem olarak silisyum dioksitçe zengin olan bünye tercih edilmelidir.

¹⁴⁷ Tichane, a.g.e., 169 s.

Tichane, Chun sırlarını araştırdığında, bu bulguların doğruluğunu ve sırdan bünyeye olan alkali eğilimini görmüştür.

Kalsiyumun bakır kırmızısı sırlarda aşırı miktarda bulunması, açık ile merkez tabaka arasındaki bölgede, opal mavimsi bir renk oluşturur. Alkalilerin hareketi ve diffüzyonu sonucu, bu bölge ortalama sır kompozisyonuna göre, kalsiyum açısından çok daha zengindir.

Tichane, en alttaki açık tabakanın, sır harmanının değiştirilmesiyle ortadan kaldırılamazken, bünye harmanına aşırı silisyum dioksit konulmasıyla ortadan kaldırılabileceğini söyler. Araştırmacı sırlarını hemen hemen her zaman porselen bünye üzerine uygulamış olup, sır bileşeni nasıl olursa olsun, sır ve bünye arasında daima açık bir tabaka bulunduğunu belirtir. Judy ve Ric Pierce, bünye ne kadar iyi porselense, sırdan da o kadar iyi kırmızı olduğunu söylerler.¹⁴⁸

Tichane, yaptığı deneyler sonucunda bünye-sır arasındaki açıklığın, bünyeden sıra ve sırdan bünyeye geçen materyaller nedeniyle olduğunu belirtir:

Tichane, düz bir porselen parçaya, kalın bakır kırmızısı sır uygulayarak, saf silika bünye parçasını onun üzerine yerleştirir. Sonra 1260°C dereceye kadar indirgen pişirimde pişirir ve yavaşça soğutur. Parçayı keserek, ışıkta inceler. Sır ve porselen arasında açık tabaka varken, silika bünye ile sır arasında açık tabaka tespit edemez. Bu nedenle açık tabakanın bünyeden az miktarda maddenin ayrılarak sıra girmesi sonucu, ya da bazı sır unsurlarının bünyeye doğru olan hareketi yüzünden olduğunu söyler.

Tichane, bakır kırmızısı sırdan saydam bir sır haline getirmek amacıyla yaptığı bir diğer deneyde, pişmiş porselen bünyeyi öğütterek çeşitli oranlarda bakır kırmızısı sıra kattı (% 5, 10, 20) ve sonra bunları eritti. Yüksek konsantrasyonlarda renk pembeye doğru meylederken, bünye maddelerinin eklenmesi sonucunda rengin

¹⁴⁸ www.onetreehillpottery.com.au/Studio/Copper%20Red.htm

açıldığına dair bulgu oluşmadı. Bunun üzerine Tichane, kilin açık bölgenin oluşmasından sorumlu olabileceğini düşünerek, sır içine çeşitli miktarlarda alüminyum oksit ve kil ekleyerek deneyi tekrarladı. Renk bazen pembeye dönüşse de, berraklık açısından bir değişiklik olmadı. Bu deneylerin sonucunda Tichane, sır bileşiklerinin bünyeye nüfuz etmesini daha olası gördü.

Diğer bir deneyinde, hızlı bir pişirim süresinde sır ve bünye arasında oldukça ince açık bir tabaka oluştuğunu, oysa ki yavaş bir erime süresinde, kalın açık bir tabakanın geliştiğini ve bunların sonucunda reaksiyon hızının da önemli bir faktör olduğunu söyler.

Tichane'nın diğer bir deneyi alkali hareketi üzerine olup, camı kaplayan gözenekli toza olan geçişi inceler. Toz kaplı camı yumuşama noktasına kadar ısıtır, sonra soğutup, ardından tozu incelediğinde çok az miktarda 1-2 miligram kadar alkali tespit eder. İkincisinde camın üzerinde refrakter toz kullanıp, aynı işlemleri yaptığında, yıkama ve analiz sonrasında camdan toza geçen alkali miktarının, düz camdakinden 5-10 kat fazla olduğunu belirler. Bunun sonucunda herhangi gözenekli bir maddenin cam veya sır ile yakın temasda olduğunda ısıtılması sonucu, bir sünger gibi davranarak alkaliyi absorblayacağını söyler. Daha fazla gözenekli yüzey, daha fazla alkali absorbe edecektir. Bu olgu yüksek yüzey bölgesine sahip olan kil temelli bünyeden ziyade, düşük bir yüzeye sahip olan silika bünyeye neden daha az alkalinin hareket ettiğini açıklar.¹⁴⁹

Ham bünye yerine bisküi yapılmış bünye kullanmak, bakır kırmızısı sırların pişirim sonrası başarısını arttıracaktır.

¹⁴⁹ Tichane, **a.g.e.**, 187-192 s.

2.2.5. Pişirim Teknikleri

Bakır kırmızısı sırlarında, kırmızı rengin elde edilmesini etkileyen faktörler tek tek etkili olabildikleri gibi, birliktelikleriyle de önemli bir etki oluştururlar. Pişirim teknikleri ise, sırnın nihai oluşumunda tüm bu faktörler üzerinde çok etkilidirler. Williams'ın deneylerinde; camın erime sıcaklığı, soğuma derecesi, tekrar ısıtma veya çok yüksek sıcaklıklara çıkma gibi camın ısıyla ilişkili davranışlarının, yakut renginin gelişiminde, camın bileşimi veya bakır içerik gibi faktörlerden çok daha baskın bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.¹⁵⁰

Pişirimin sıcaklığı, süresi, indirgen ve yükseltgen pişirim şiddeti ile zamanı, fırın özellikleri gibi unsurlar, bünyeler, sırlar ve yapım tekniklerine karşı güzel bakır kırmızısı elde edebilmek için, son derece önemli unsurlardır.

Pişirim sıcaklığı ve süresi; Ateş Arcasoy bakır kırmızısı sırların sıcaklık aralığından söz ederken; “Çin kırmızısı sırlar çok geniş sıcaklık aralığında 1100°C-1300°C’da gelişebilen sırlardır. Ancak kırmızı renk 800°C-1250°C sıcaklık arasında oluşur.”¹⁵¹ der. Tichane, son sıcaklık olarak 1250°C dereceyi kabul ederek, sırnın az ya da çok akıcılığına bağlı olarak bu sıcaklığın değiştirilebileceğini söyler. Maksimum sıcaklığın düşebileceği bir sınır vardır. Tichane, 1100°C’a kadar olan düşük sıcaklıklarda iyi bakır kırmızıları elde edememiştir. Bakır-kalay arasındaki ilişki belirli bir sıcaklık olmadığı takdirde gerçekleşemeyerek, güzel renkler elde edilemez. Düşük sıcaklıklarda kırmızının bazı tonları elde edilebilir, ancak Tichane, düşük sıcaklık sırlarının parlak elma kırmızısından ziyade kiremit kırmızısına dönük olduğunu belirtir.¹⁵²

Pişirim sıcaklığı mutlaka sıra uygun olmalıdır. Az pişirildiği takdirde sırlar çok kabarcıklı olabilir, tam erimeyip, matlaşabilirler. Sır, erimemiş kristaller ve çözünmemiş gazlar yüzünden pembemsi renk alabilir.

¹⁵⁰ Weyl, a.g.e., s.73

¹⁵¹ Arcasoy, a.g.e., 238 s.

¹⁵² Tichane, a.g.e., 133,134, 135 s.

Bakır kırmızısı sırların oluşumunda, en çok rastlanan hatalardan birisi, uzun süreli pişirim ve sıcaklığın yüksek olmasıdır. Bakır sırların pişirim süresi, tüm diğer faktörlerle uyumlu bir süreç içinde bulunmalıdır. Pişirim süresine ek olarak, sıcaklığın optimal yüksekliği pürüzsüz sırrın oluşumu için gerekli düzeyde olmalıdır. Bakır kırmızısı sırlarda yüksek alkali içerik, akışkanlığı artıracığından uzamış pişirimler sır kaybına ve damla oluşumuna neden olacak, ayrıca buharlaşma sonucu bakırın kaybı, sırrın beyazlaşmasına yol açacaktır. Eritme koşulları camlarda çok önem arzetmezken, sırlarda önemlidir. Sır aşırı pişirildiğinde bünyeye ilişkiye daha fazla gireceğinden, bileşimi değişecektir. Bu nedenle sırrın pişirimi, formülüne tamamiyle uygun ve optimal sıcaklıkta olmalıdır.

Michael Bailey; indirgeme pişirimi yapan seramikçilerin, pişirimlerini çok çeşitli zaman dilimlerinde gerçekleştirdiklerini belirterek, bunların 5 saat gibi kısa bir süreden, 50 saat kadar uzun bir zaman diliminde gerçekleştirdiklerini, çoğunluğunun 12-16 saatte pişirdiğini söyler.¹⁵³

Sır eriyinceye kadar, tamamiyle orta derecede indirgen pişirim yapılır. Bakır oksit kolaylıkla metalik bakıra indirgendiğinden, güçlü bir indirgen pişirim gerekmeseyse de, atmosferin bütünüyle indirgen olması gerekmektedir. Daniel Rhodes; bakır kırmızısı sırların, indirgen pişirimin şiddetine çok hassas olduğunu ve indirgen pişirimin aynısının tekrarlanması zor olduğunu söyleyerek, indirgen pişirim şiddeti için *“İlmlü indirgen pişirim yapılırsa çoğunlukla renk uygun görünür, indirgen pişirim çok ağır olursa, sır renkçe karanlık ve yoğun olmaya eğilimlidir.”*¹⁵⁴ der. Eğer indirgen pişirim çok hafif olursa, sır içinde yeşil lekelenmeler oluşur.¹⁵⁵

İndirgen pişirim doğru zamanında yapılmalı, sır eridikten ve gözenekler tamamen kapandıktan sonra yapılmamalıdır. Greg Daly, indirgen pişirimin maddeler erimeye başlamadan önce yapılması gerektiğini belirtirken, sır harmanında frit varsa, indirgen pişirimin fritin erime sıcaklığından daha düşük sıcaklıkta başlatılması gerektiğini, aksi takdirde maddenin kolaylıkla indirgenemeyeceğini belirtir. Daly, frit

¹⁵³ Bailey, a.g.e., 15 s.

¹⁵⁴ Rhodes, a.g.e., 269 s.

¹⁵⁵ www.onetreehillpottery.com.au/Studio/Copper%20Red.htm

içeren bakır kırmızısı sıran yüksek derecede indirgen pişirildiği zaman, bakır kırmızısı rengi veren koloidal bakıra geçişin olmadığını gösteren yeşil veya açık renk çıkabileceğini söyler.¹⁵⁶ Nigel Wood 9. yüz yılda Hunan vilayetindeki, Changsha, Tongguan fırınlarında pişmiş, üzerinde farklı bileşenli iki sır olan kırmızı ve yeşil bezemeli pekişmiş bünye kavanozun, bu iki renk özelliğinin oluşmasını, sıran eridikten sonra indirgemenin zor olmasına bağlar.¹⁵⁷

Pişirim rejiminde yükseltgen ve indirgen pişirim süresi çok önemlidir. Her çömlekçi kendine ait, fırınına uygun pişirim programlarını kullanmasına karşın, genelde çömlekçiler indirgen pişirimini orta derece sıcaklıklarda önerirler ve özellikle son yükseltgen pişirimlerinin gerekliliğine dair ortak bir inançları vardır. Bu son yükseltgen pişirim, çömlekçiler arasında orta derecede indirgemenin yapılması kadar yaygın bir uygulamadır. Wood “*Jun işlerinde bakır kullanımıyla görülen renk zenginliğinin, pişmemiş bir Jun sıranın bakır-kalay içeren bir boya ile boyanıp, indirgen pişirim yapıldıktan sonra oksijenli ortamda soğutulmuş elde edildiğini tüm çalışmalar ortaya koyar.*”¹⁵⁸ der. Güzel taze kırmızının olduğu Ming Hanedanlığı dönemindeki sırlarla, öküz kanı kırmızısı diye adlandırılan Qing Hanedanlığı dönemindeki sırların yapı ve pişirim koşullarını kıyasladığımızda, Ming Hanedanlığındaki sırlar, 1230°C’te, küçük fırınlarında, kısa sürede pişirmiştir, vizkozitelerinin yüksekliği nedeniyle bakır tanecikleriyle kaplı olan kabarcıklar, sır içinde kalarak mozaik bir görünüm almışlardır. Sır yüzeyinin hafif yükseltgenmesiyle (oksitlenmesiyle) sırda derinlik oluşmuştur. Diğer yandan Qing Hanedanlığındaki öküz kanı kırmızısı sırları düşük sıcaklıkta 1140°C-1150°C gelişen ve daha ince kalınlıkta olan bu sırlar, daha büyük fırınlarda uzun sürelerde pişirilmiş, o nedenle kabarcıklanma az olarak, sır daha homojen olmuştur.¹⁵⁹

¹⁵⁶ Daly, a.g.e., 19 s.

¹⁵⁷ Wood, a.g.e., 6 s.

¹⁵⁸ y.a.g.e., 7 s.

¹⁵⁹ Zhang Fukang, Zhang Pusheng ve Fance Frank, “Scientific Study of Sacrificial Red Glazes”, Ed: Rosemary E. Scott, **Chinese Copper Red Wares**, Percival David Foundation of Chinese Art Monograph Series No.3, Jolly & Barber Ltd., Rugby, Warwickshire, 1992, 42, 45, 46 s.

S. F. Norton ve F. H. Brown 1959 yılında yayınlanan makalesinde mükemmel kırmızıların, dönüşümlü yükseltgen ve indirgen pişirim, düzenli hafif indirgen pişirim veya sıra indirgeyici ajan eklenmesiyle elde edileceğini belirtmişlerdir.¹⁶⁰

Pişirim tamamiyle indirgen şartlarda yapıldığında, kırmızı rengi elde etmek mümkündür, fakat sır olgunlaşmadan önce yapılan son yükseltgen pişirim, yaklaşık bir saatte sonlanarak, kırmızı rengin kalitesini arttıracaktır.

Pişirim, çatlaklıkları önlemek amacıyla başlangıçta yavaş olmalıdır. Normalde başlangıçtan itibaren hafif indirgen pişirim yapılmasına rağmen, başlangıç pişiriminin yükseltgen veya indirgen pişirim olup olmamasının büyük bir önemi yoktur. Pişirim sıcaklığı kademeli olarak yükseldikçe, birkaç olay meydana gelecektir. Bunlar fiziksel, kimyasal, ısıl olaylar ve bazıları da bunların bileşik etkileridir. Meydana gelen olaylardan ilki sır ve gövdede su içeren maddelerin (hidratlar) sularını kaybetmeleridir. Yavaş ısıtılmasının nedenlerinden birisi bu olup, sır kapandığı anda gövdedeki gaz değişimleri neredeyse tamamlanmış olacaktır. Bu şekilde bakır kırmızılarında düzensizliğe yol açan kabarcık oluşumlarının bir kısmı giderilmiş olur. Suyun giderilmesinden sonraki reaksiyon, bakırın ve kalsiyum karbonatın ortama karbon dioksit vererek (CO_2) vererek, oksitli formlara ayrışmasıdır. Bu reaksiyonlar uygun sıcaklık sürelerinde meydana gelmeli, önce bakır oksit sonra $800^{\circ}C$ - $900^{\circ}C$ derecelerde kalsiyum oksit oluşmalıdır. Bu ayrışmalar yüksek sıcaklıklarda hem bakır oksidi hem de kalsiyum oksidi oldukça reaktif konuma getirerek, onları sır harcındaki diğer maddelerle ve aynı zamanda onların bünyenin temas ettikleri yerleri ile tamamen tepkimeye girme eğilimine sokarlar.

¹⁶⁰ Onlinelibrary.wiley.com >...> Ceramics > Journal Home > Vol 42 Issue 11; Brown S. F. ve Norton F. H., **Journal of the American Ceramic Society**, November 1959, 499-503 s.

Tichane pişirime rejimindeki yükseltgen-indirgen pişirime süreçleri ile ilgili olarak şunları söyler:

1-Gözenekli kalay oksit ve bakır oksit içeren sır, karbon monoksit (CO), hidrojen (H) ve su (H₂O) ile hafif indirgen ortamda işleme tabi tutulduğu zaman, bakır oksit tamamiyle metalik bakıra indirgenir ki, bu da orijinal oksitle olduğu gibi gözenekli sır içersine yayılır. Bununla birlikte gaz içinde nemin varlığı nedeniyle, stannik oksit (SnO₂) tamamiyle metalik kalaya indirgenemez, stanous oksite (SnO) indirgenir.

2-Artan sıcaklık sonucunda, gözenekli sır sinterleşerek çözülmüş olan stanous oksit (SnO) ve iyi parçacıklar formunda çözünmemiş metalik bakırı içeren bir sır haline dönüşür. Bunlar başlangıçtaki bakır oksidin yayılmasına ve parçacık hacmine bağlı olarak daha büyük damlacıklar şeklinde hacimce artarlar.

3-Son sıcaklığa erişildikten ve fırın kapatıldıktan sonra erimiş olan sır ani olarak yükseltgen bir atmosfere maruz bırakılıp, oksijen varlığında yavaşca soğutulur. Hidrojenin sır içinde taktire değer bir çözünürlüğü bulunmadığından, oksijenle suyu oluşturmak için reaksiyona girerek, yüzeye doğru nüfuz eder ve bu işlem sonucunda sır göreceli şekilde daha yükseltgenmiş (oksitlenmiş) konuma doğru taşınır.

4-Sonuçta, tüm hidrojen sıru terk ettikten sonra, sır kendi başına yükseltgeyici (oksitleyici) ajan konumuna geçer. Sırın güçlü ya da zayıf bir yükseltgeyici olması kendi kompozisyonuna bağlı olacağından, bu yüksek alkali sırların, iyi bakır kırmızısı renklerin oluşumundaki iletkenliğini açıklar (bakır oksit alkali değiş tokuşlarıyla).

5-Sonraki adımda, alkali sır, çözünmemiş metalik bakırın yükseltgenmesini (oksitlenmesini) sağlar. Bu çok yavaş şekilde olurken, oluşan ilk madde kuprous oksit (Cu₂O) olacaktır ve bu sır içinde kuprous silikat (Cu₂SiO₃) olarak çözülebilir. Aşık şekilde, eğer sır güçlü bir yükseltgeyici (oksitleyici) olsaydı, kuprous oksidi kuprik okside ve aynı zamanda stanous iyonlarını stannik iyonlarına yükseltgeyecekti. Bununla birlikte yükseltgen pişirime ılımlı bir olay olduğundan, ilk olarak, metalik bakır kuprous okside dönüşecektir.

6-Soğuma, hassas bir yükseltgenme ile birlikte gerçekleştiğinden, cam kendi başına bir sonraki yükseltgenmenin mümkün olamayacağı noktaya ulaşacaktır. Bu aşamada, başka bir tip redox reaksiyonu umulabilir ki, bu da stanous ve kuprous

oksitin, bakır metali ve stannik oksit vermek üzere birbiriyle olan etkileşimleridir. Bu reaksiyon sadece nispeten düşük bir derecede (600°C-800°C) oluşarak, arzu edilen bakır kırmızısı rengi verir. Çünkü daha yüksek sıcaklıklarda, çekirdeklenme oluşması mümkün değildir.

Nihai rengin görülebilmesi için olması gereken sadece yükseltgenme-indirgenme mekanizması değil, ayrıca fiziksel bir mekanizmadır. Camın içerisinde metalik bakırın çökebilmesi için, çekirdekler mutlaka oluşturulmalıdır ve bu çekirdekler de sadece özel ve düşük bir sıcaklıkta, çekirdeklerin oluşumları ile büyüyen kristallerin üst üste ve bükülmüş bir konumda bulunmalarıyla oluşabilirler. Eğer bakırın konsantrasyonu çok yüksek ise veya soğuma oranı çok çok yavaş ise, ya da ikisinin kombine etkileri mevcutsa, güzel kırmızılardan ziyade istenmeyen renklerle karşılaşılır. Karaciğer renkleri gibi sonuçlar, taneciklerin aşırı derecede büyümeleri nedeniyledir.¹⁶¹

Sonuçta bakır kırmızısı sırlar, yüksek sıcaklıktan soğumaya bırakıldığında, metalik bakırın kuprous okside tekrar re-okside olması için yükseltgenme mekanizmalarına uyum sağlamalıdır. Bu mekanizmalar tümüyle birbiriyle ilişkili olup, ayrılabilmeleri mümkün değildir.

Pişirim rejimleri aslında fırınların koşullarına göre değişebilir. Büyük fırınlarda yavaş soğuma olduğundan, yoğun yükseltgen pişirim yapılsa bile, soğuma böyle bir etki yaratır, bu nedenle son yükseltgen pişirim basamağına ihtiyaç olmaz.

Odun ve katı yakıtla yapılan fırın pişirimlerinde, yükselen sıcaklıktaki nötr veya hafif indirgeme atmosferi normaldir. Odun pişiriminde, yakıt ateşleme kutusuna ara ara konur. Fırına her odun atışında, fırın içerisinde indirgen koşullar oluşur, bu da odunun yanmasının erken safhasında, az ya da çok duman veya karbon monoksit (CO) çıkarması demektir. Yanma ilerler ve hava yakıt ile daha bütünsel şekilde birleştiğinde, duman azalarak fırına temel olarak yükseltgen koşullar hakim olur.

¹⁶¹ Tichane, a.g.e., 105 s.

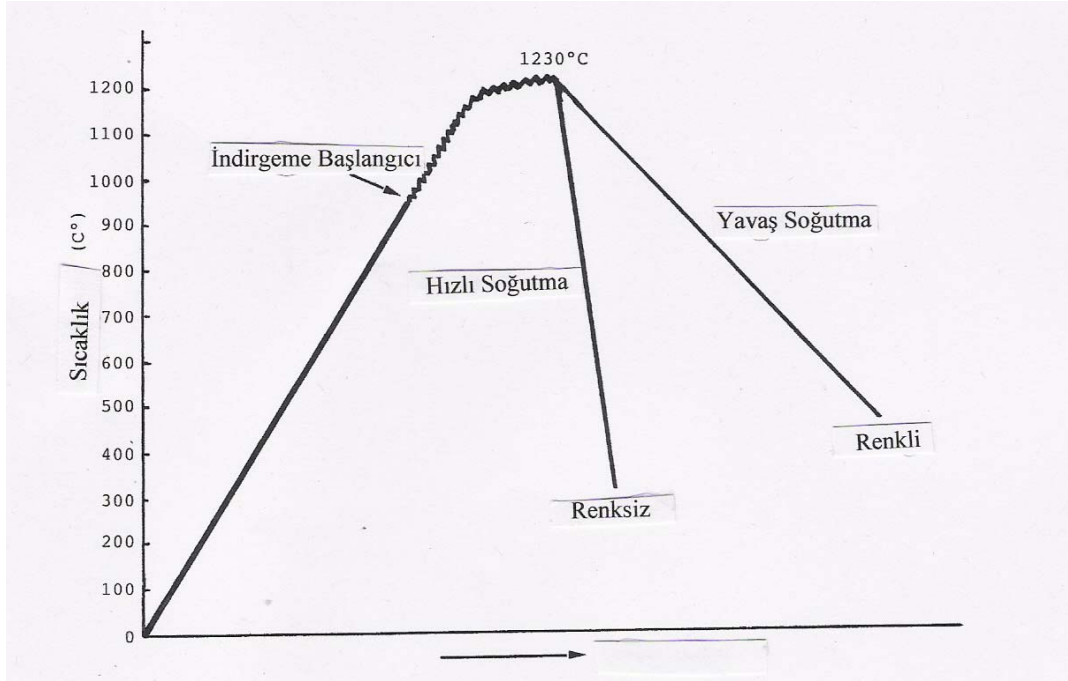
Odun fırınlarında sıcaklığın en etkili gelişimi sağlandığında, fırın içi atmosfer koşulları, indirgen pişmiş sır etkilerini elde etmek için ideal olacaktır. Odunun tam yanmasını takiben atılan yeni odun, bize beş-onbeş dakika içerisinde, indirgenme ve yükseltgenmeyi dönüşümlü olarak sağlar. Pişirim sonunda daha çok indirgen pişirim gerekirse, ateşleyenin az daha yakıt koyması ve hafifçe damperi kapatması yeterli olacaktır. İşin özünde yakıt olarak odun kullanılırsa, indirgen ateşinin kontrolü ve sabitlemesi oldukça basit bir meseledir.

Gaz ve yağ fırınlarında indirgenme, yanıcılar havadan mahrum bırakılarak ve damper kısmen kapatılarak başarılabılır. Buradaki sorun indirgen pişirimin, ne kadar ve ne zaman olacağıyla ilgilidir.¹⁶²

Elektrikli fırınlarda, indirgen atmosferi sağlayabilmek için, fırının iç kısmında duman yaratılabilmesi gerekir. Yakıt olarak kullanılan naftalin, çıra, talaş, yanmış yağ gibi maddeler, fırının içersine yetersiz yanacak şekilde konur. Bu tür pişirimin sakıncası, dumanın fırın elemanlarının ömrünü kısaltmasıdır.

Tüm fırınlar farklı özelliklere sahip olduklarından, indirgen pişirim için belli bir program sunmak zordur. Pişirim programı fırına, pişirilmekte olan eşyanın cinsine, sırlara ve amaçlanan etkilere bağlıdır. O nedenle bir çok sanatçı ve araştırmacının kendine özgü pişirim teknikleri vardır.

¹⁶² Rhodes, **a.g.e.**, 271 s.



Şekil 4: Öküz kanı kırmızısı sırn pişirim programı.

(Kaynak: SCOTT, 1992, 73)

Sanatçıların ve Araştırmacıların Pişirim Teknikleri

Ateş Arcasoy pişirim tekniğini seçmenin önemli olduğunu belirterek, en çok uygulanan pişirim tekniğini şöyle anlatır; “*Sır nötr veya oksitleyici atmosferde normal pişirme sıcaklığında pişirilir. Soğuma sırasında yaklaşık 850°C sıcaklığında redüksiyona başlanır. Redüksiyonun etkili olabilmesi için, fırın bu sıcaklıkta en az 30 dakika bekletilir. Fırında redüksiyonu sağlamak amacı ile katran, naftalin, ağır yağ, odun gibi maddeler kullanılabilir.*”¹⁶³

Max Ebert’in pişirim tekniği: Harmanında alkali, az miktarda kurşun, kireç, silis bulunan fritleştirilmiş sır, yükseltgen ortamda pişirilir. Ardından kaolen, bakır oksit, terebentinden oluşan geliştirici karışımı, sır üzerine uygulanır. İndirgen pişirim için 550-560°C derecelerde yarım saat kadar şişelerde hazırlanmış özel gazla indirgen pişirim yapıldıktan sonra kapaklar kapatılarak soğutulur.¹⁶⁴

Michael Bailey’in pişirim tekniği: 850°C dereceye kadar 4 saat yükseltgen pişirim yapılır. Sonra 850°C-900°C derecede 30 dakika ağır, 900°C-1220°C derecede 4 saat orta derece indirgen pişirim yapılır, 1220°C-1250°C derece arasında 1.5 saat orta derece indirgen pişirim devam eder. 1300°C ve 1320°C sıcaklığa doğru fırın kapatılır. Baca ve tüm delikler açılıp, 900°C dereceye kadar 30 dakika yükseltgen hızlı soğutma yapılarak fırının tüm delikleri kapatılır. Toplam pişirme zamanı 10.5 saattir.¹⁶⁵

Daniel Rhodes’in pişirim tekniği: Genelde tüm indirgen pişirim nötr ateşte gerçekleştirilir, olgunlaşma sırasında ağır indirgen pişirim yapılır ve pişirimin sonunda kısa bir yükseltgen pişirim dönemi vardır.¹⁶⁶

¹⁶³ Arcasoy, **a.g.e.**, 238 s.

¹⁶⁴ Max Ebert, **Chinarot**, ein Phänomen unter den alten chinesischen Glasuren und deren Herstellung, 1961, 13,14,15 s.

¹⁶⁵ Bailey, **a.g.e.**, 17.18

¹⁶⁶ Rhodes, **a.g.e.**, 269 s.

Robin Hopper'in pişirim tekniği: Düşük derece bakır kırmızısı sırların pişirimi yapıldıktan sonra, 700°C dereceye kadar soğutulur, sonra fırın tekrar yakılarak yaklaşık 1 saat ağır indirgen pişirim yapılır, bakır indirgendikten sonra kendi halinde soğumaya bırakılır. Hemen hemen pişirim sonuna kadar hafif indirgen pişirim yapıldıktan sonra, 10-30 dakika kadar yükseltgen pişirim yapılır.¹⁶⁷

Peter Wollwage'in pişirim tekniği: Sır pişirimi yapılmış olan parçalar, duvarları bentonit, kömür ve duvar kağıdı yapıştırıcısından oluşan kömür pastası ile fırçalanmış sagar içinde, eğer çok büyükse iç kısmı kömür pastasıyla sıvanmış alüminyum folyoya sarılarak, 600-700°C derecede 20-30 dakika indirgen pişirim yapılır.¹⁶⁸



Resim 27: Peter Wollwage tarafından üretilmiştir.

(Kaynak: www.cibasimpasti.com/.../Articoli/Reducing%20Copper%20Glaze.pdf-İtalya)

n

¹⁶⁷ Hopper, **a.g.e.**, 118, 36 s.

¹⁶⁸ www.cibasimpasti.com/.../Articoli/Reducing%20Copper%20Glaze.pdf-İtalya)

David Hendley'in pişirim tekniği: 3 saat yükseltgen pişiriminden sonra 1 saat ağır indirgen pişirim, sonrasında 3-4 saat hafif dereceden ortaya dereceye doğru indirgen pişirim yapılır. 1300°C sıcaklıkta pişirim sonlandırılarak, tüm kapaklar kapatılır.¹⁶⁹

John Britt'in pişirim tekniği: 980°C'den 1280°C dereceye kadar indirgeme yapılır, 1280°C dereceye doğru 10 dakika yükseltgen pişirim yapılır.¹⁷⁰

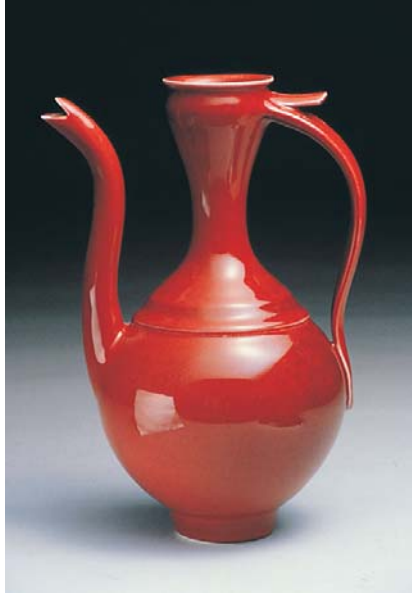


Resim 28: John Britt tarafından yapılan çaydanlık, Pete Pinnell'in bakır kırmızısı sırsı ile sirlanıp, dairesel boşluklara siyah sıra kullanmıştır. (Kaynak: BAİLEY, 2004, 95)

¹⁶⁹ David Hendley, "Simply Red", *Ceramics Monthly*, October, 1999, 66 s.

¹⁷⁰ Bailey, a.g.e., 96 s.

Pete Pinnell'in pişirim tekniği: 1280°C-1300°C dereceye kadar indirgen pişirim yapılır, 10 dakika yükseltgen pişirim yapıldıktan sonra doğal soğumaya bırakılır.¹⁷¹



Resim 29: Pete Pinnell tarafından 1991 yılından yapılmış porselen ibrik.

(Kaynak:kateplows.net/.../The%20Ceramic%20İnsights:%20of%20Pete%20Pinnell.pdf.)

¹⁷¹ Bailey, a.g.e., 96 s.

Melanie Brown'ın pişirim tekniği: 1000°C'den 1300°C dereceye kadar indirgen pişirim yapılır.¹⁷²



Resim 30: Melanie Brown tarafından yapılmış, seledon ve bakır kırmızı sırlı çaydanlıklar. (Kaynak: www.studiopottery.co.uk/profile/)



Resim 31: Melanie Brown tarafından yapılmış, sırnın ince olduğu yerlerde renk kaybı görülmektedir. (Kaynak: BAİLEY, 2004, 97)

¹⁷² Bailey, a.g.e., 98 s.

Chris Prindl'in pişirim tekniği: 980°C'den 1280°C dereceye kadar 7 saat ağır indirgen pişirim yapıldıktan sonra, 40-60 dakika oksijen verilerek bekletilir.¹⁷³



Resim 32: Chris Prindl tarafından yapılmış bakır kırmızılı vazo.

(Kaynak: www.prindlpottery.co.uk/)



Resim 33: Chris Prindl tarafından yapılmış bakır kırmızılı vazo.

(Kaynak: www.prindlpottery.co.uk/)

¹⁷³ Bailey, a.g.e., 98 s.

Marcia Selsor'un pişirim tekniği: 920°C'den 1020°C dereceye kadar hafif indirgen pişirim, 1200°C dereceye kadar 45 dakika orta indirgen pişirim yapılır. Fırın kapatıldıktan sonra birkaç tahta parçası fırına sürülür, bu işlem iki üç kez saat başı tekrarlanır.¹⁷⁴



Resim 34: Marcia Selsor tarafından yapılmış bardak.

(Kaynak: BAILEY, 2004, 100)

Matthew Waite'in pişirim tekniği: 960°C'den 1280°C dereceye kadar indirgen pişirim yapılır.¹⁷⁵



Resim 35: Matthew Waite tarafında yapılmış, sır üzerine bakır kırmızısı uygulanmış vazo.

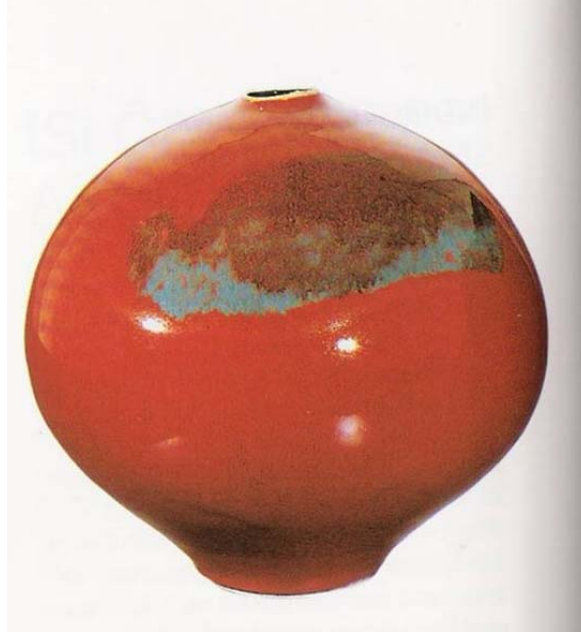
(Kaynak: BAILEY, 2004, 101)

¹⁷⁴ Bailey, a.g.e., 100 s.

¹⁷⁵ Bailey, a.g.e., 101 s.

Greg Daly'in pişirim tekniği: Sır, erimeye başlamadan önce indirgen pişirim yapılmalıdır. Eğer harmanda hammadde olarak frit varsa, indirgen pişirim fritin erime sıcaklığından daha düşük sıcaklıkta başlamalıdır, çünkü frit erimeye başlarken ve sır oluşurken, madde kolaylıkla indirgenemez.

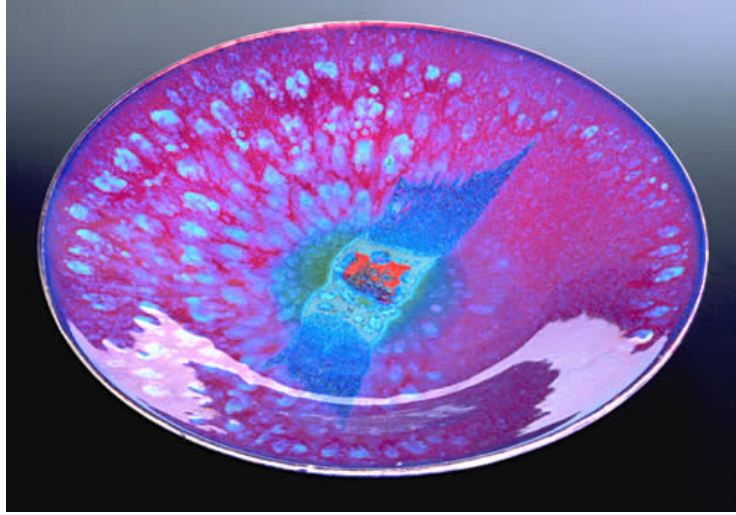
Bazı sırlar, bakır kırmızısı için gerekli olandan daha hafif bir indirgemeye cevap verirler, bu nedenle indirgeme döngüsünde bir kurallar zinciri yoktur, böylelikle ne zaman başladığı ve nasıl bir yoğunlukta olacağını bilmek, indirgemenin dozunu ayarlamak açısından önem kazanır.¹⁷⁶



Resim 36: Greg Daly'nin (Avustralya) bakır kırmızısı sır üzerine, fırça darbeleri ile bakır oksit koyduğu porselen vazosu, 700°C de, geç indirgeme yapılarak bu renk elde edilmiştir.

(Kaynak: PETERSON, çev. Sevim Çizer, 2009, 166)

¹⁷⁶ Daly, a.g.e., 19 s.

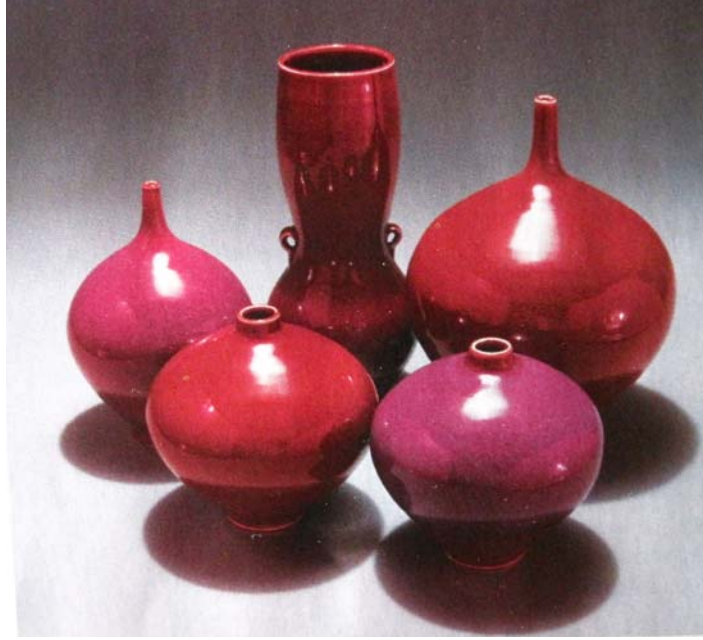


Resim 37: Greg Daly tarafından yapılmış sirüstü sır bakır kırmızısı tabak.
(Kaynak: www.gregdaly.com.au/gog.html)



Resim 38: Greg Daly tarafından yapılmış sirüstü sır bakır kırmızısı vazo.
(Kaynak: www.gregdaly.com.au/gog.html)

Tom Coleman'ın pişirim tekniği: Hafiften ortaya doğru 1 saat indirgen pişirim yapılır. Ardından 15 dakika yükseltgen pişirim yapılır. 1280°C dereceye kadar bu işlem sürer. Pişirme süresi 10 saatten 24 saate kadar sürebilir.¹⁷⁷



Resim 39: Tom Coleman tarafından yapılmış bakır kırmızısı şişeler ve vazolar.

(Kaynak: NANCE, “Tom&Elaine Coleman” Ceramics Monthly, no: 1, 2003, 55 s.)



Resim 40: Tom Coleman tarafından yapılmış bakır kırmızısı çanak.

(Kaynak: www.mynewsletterbuilder.com/email/.../1410349671)

¹⁷⁷ Tom Coleman, www.studiopotter.org/articles/?art=art0003)

Judy ve Ric Pierce'lerin pişirim teknikleri: Bakır kırmızılarında indirgen pişirime 850°C derecede başlanır, ancak sır reçetesine göre bu düzenlenebilir. İndirgen pişirim, çok ağır olacağı için fırın bacası üzerinden değil, fırın deliğinden güçlü bir alev gözlenerek sağlanır. Sonra indirgeme, 1200°C dereceye kadar tutulur ve indirgeme durumunu anlamak için, sıcaklık artışına bakılmalıdır, çünkü fırın içersindeki sıcaklık artışının yavaşladığı konumunda, indirgeme doğal olarak yükselmiş olur. Sıcaklığın yükselmesi için, fırın deliğindeki alevi devam ettirirken baca deliği dereceli şekilde açılmalıdır. 1300°C dereceye kadar pişirim yapılırken, en üst sıcaklık derecesi çok önemli değildir. Eğer sır beyaz ise indirgen pişirim geç başlamıştır. Sır yeşil ise indirgeme çok hafiftir ve karaciğer kahverengiyse indirgeme çok güçlüdür.¹⁷⁸



Resim 41: Judy ve Ric Pierce ait bakır kırmızısı objeler.

(Kaynak: www.onetreehillpottery.com.au/Studio/Copper%20Red.htm)

¹⁷⁸ www.onetreehillpottery.com.au/Studio/Copper%20Red.htm

Kadir Sevim'in pişirim tekniği: Fırın 700°C dereceye kadar nötr atmosferde, yakılmıştır, 900°C sıcaklığa kadar fırın bacası 1/3 açık kalacak şekilde pişirime devam edilmiştir. 900°C-1050°C sıcaklıklar arasında fırın bacası yarım açık, 1050°C-1180°C sıcaklık arasında 2/3 açık konumda, 1180°C-1200°C sıcaklık arasında tamamen açık olarak yakılır, ardından fırın sıcaklığı 1200°C sıcaklıkta 10 dakika bekletildikten sonra 850°C kadar soğumaya bırakılmıştır. 850°C çeşitli miktarlarda naftalin ve yağ konarak, fırın bacası kapatılıp, 30 dakika bekletildikten sonra, 800°C sıcaklıkta aynı oranda ikinci indirgeyici malzemeler konarak, fırının tüm hava girişleri kapatılıp, soğumaya bırakılmıştır. Toplam indirgeme süresi 1 saat olmuştur.¹⁷⁹



Resim 42: Bakır kırmızısı sırlı vazo ve seramik form. (Kaynak: SEVİM, 2006, 152, 156)

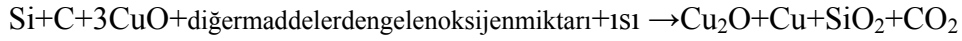
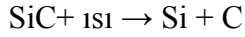
¹⁷⁹ Kadir Sevim, **1200°C Sıcaklıkta Gelişebilen Bakır Kırmızısı Sırlar**, (Yayınlanmamış Sanatta Yeterlik Tezi), Anadolu Üni. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir, 2006, 131 s.

Oksijenli Ortamda Elde Edilen Bakır Kırmızı Sırlar

Paul Ebell camlarda bakır yakut rengini elde edebilmek için, harmanında potas, silis, % 30 kurşun oksit ve az miktarda bakır oksit ile biraz daha fazla kalay oksit olan bir cam üretmiştir. Bu camı, karbonlu bileşik ilavesiyle yükseltgen ya da nötr atmosferde pişirmiştir. Oksijenin camın yüzeyine nüfuz etmesi zor olduğundan cam indirgenmiş durumda kalmaya devam eder. Kurşun fazlalığı nedeniyle, az miktarda indirgeyici ajanın kullanılması, kurşun oksidi kurşun metaline indirgemeye yeterli olmayacaktır (indirgenirse cama gri siyah görünüm verir). Az miktarda indirgeyici ajan, sadece bakırı indirger. Cam yüksek sıcaklıktan yavaşça soğutulursa, soğutma süresince yakut rengine döner, hızlı soğutulduğu takdirde nispeten renksiz olur. Camın tekrar ısıtılmasıyla uygun sıcaklıkta çekirdekler oluşur, ardından çekirdeklerin etrafında kristalleşme sıcaklığında, kristaller oluşarak kontrollü bir şekilde kırmızı rengi verirler. Cam sır ile karşılaştırıldığında daha homojendir. Camda ısı işleminin kontrolü sıra göre daha kolay olup, bu nedenle camda oluşan kırmızı renk daha kalitelidir. Bakır yakut kırmızı camları, genellikle koyu renk oldukları için olabildiğince ince yapılmalıdırlar, aksi takdirde cam saydam olmayacağından siyah görülebilir.

Sır, cama göre daha ince tabakalı bir madde olup, gaz halindeki atmosfer ve katı bünye ile yakın temas halinde bulunur. Bu yüzden bakır kırmızısı sırları nötr veya yükseltgen atmosfer ortamda elde etmek neredeyse imkansızdır. Pratikte, sürekli indirgen atmosferde olmamalarına karşın, bakır kırmızısı sırlar indirgen bir atmosferde şekillenirler. Baggs ve Littlefield yükseltgen ortamda silisyum karbidle çalışmışlardır. Bu işlem az veya çok pişirmeye karşı hassas olduğundan, işlemlerin sonucunda aşırı indirgenip indirgenmemeleri söz konusudur. Sır içinde karbon veya bakır damlacıkları kalması ya da kurşunun indirgenmesiyle renk gri siyah olabilir.¹⁸⁰ İndirgeyici ajan olarak silisyum karbid kullanıldığında, sıcaklığın etkisiyle silisyum karbid (SiC) silisyum (Si) ve karbona (C) ayrılır ve bu atomlar, kuprik oksit gibi sırdaki kararsız oksitlerden oksijen alarak, silisyum dioksit (SiO₂) ve CO₂ oluştururlar.

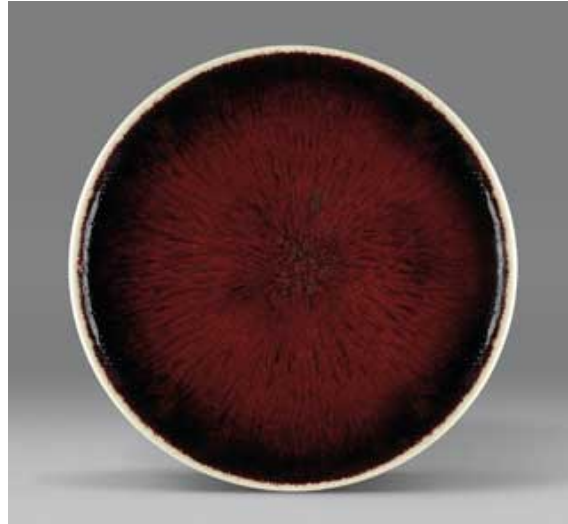
¹⁸⁰ Tichane, a.g.e., 97. 149, 150 s.



Baggs ve Littlefield, yükseltgen ortamda lokal indirgeyici ajanla bakır kırmızısı elde edebilmek için, aşağı doğru akımı oluşturan gazlı bir fırında, 24 saat süren pişirimi önerirler.¹⁸¹

Daniel Rhodes'in pişirim tekniği: % 1-4 miktarında, çok iyi öğütülmüş (300 mesh veya daha az) lokal indirgeyici ajan olan silisyum karbid ve % 1 bakır oksit birlikteliğinden güzel bakır kırmızısı sırlar elde edilebilir.¹⁸²

Erich Hofer'in pişirim tekniği: İndirgeyici ajan olarak iyi şekilde öğütülmüş silisyum karbid kullanılarak, yükseltgen pişirim yapıldığında bakır kırmızıları elde edilir. Burada teknikle ilgilenen Erich Hofer, kendi harmanlarına (potasyum feldspat-kireç-kuvars-kolemanit-kalsiyum borat) % 0.1-0.25 silisyum karbitin yanısıra % 1 bakır karbonat koyduğu zaman elde ettiği bakır kırmızılarının, 1000°C-1250°C derecelerde indirgen pişirimde elde edilenlerden daha güzel kırmızılar elde edilir.¹⁸³



Resim 43: Gustav WeiB ve Erich Hofer tarafından, iç indirgeme yöntemiyle yapılan bakır kırmızısı. (Kaynak: www.cibasimpasti.com/New)

¹⁸¹ Herbert H. Sanders, **Glazes for Special Effects**, Watson-Guption Publications, New York, 1974, 58 s.

¹⁸² Daniel, **a.g.e.**, 273 s.

¹⁸³ Erich Hoffer, **New Ceramics, Knowledge & Skill**, Marz/April, 2002, 50-51 s.

3. BÖLÜM

BAKIR KIRMIZISI SIR ARAŞTIRMA VE UYGULAMALARI

3.1. DÜŞÜK SICAKLIKTA GELİŞEN BAKIR KIRMIZI SIR ARAŞTIRMA VE UYGULAMALARI

7.5cm×7.5cm×0.7cm boyutunda helezon rölyefli bir sır plakasının modeli hazırlanarak, kalıbı alınmıştır. Limonish porselen veya pekişmiş çamurlardan, döküm veya baskı yöntemleriyle çoğaltılmış ve 1000°C sıcaklıkta bisküvi pişirimi yapıldıktan sonra, bakır kırmızı sırlarıyla sırlanarak, 1000°C sıcaklıkta yükseltgen pişirimi yapılmıştır. Elde edilen bu mavi veya turkuaz renkteki sırların bazılarının üzerine, geliştirici ve terebentin karışımı fırça veya püskürtme yöntemiyle uygulanıp, indirgen pişirime hazırlanmıştır.

Geliştirici: 1- 1.67 gr. CuO 2- 3gr. CuO 3- 4gr. CuO
8.33gr. Kaolin 7gr. Kaolin 6gr. Kaolin

Üçüncü pişirim, düşük sıcaklıklarda çeşitli indirgeme yöntemleri ile yapılmıştır.



Resim 44: Düşük sıcaklıkta gelişen bakır kırmızısı sırlar için kullanılan, iç boyutları 40cm×65cm olan küçük gazlı fırın.



Resim 45: Düşük sıcaklıkta gelişen bakır kırmızısı sırlar için kullanılan, iç boyutları 53cm \times 93cm olan büyük gazlı fırın ve iç boyutları 40cm \times 40cm olan sagar kutusu.

İndirgen pişirimleri, 40cm \varnothing \times 65cm iç ölçülerinde silindir gazlı fırında veya \varnothing 53cm \times 93cm iç ölçülerinde silindir gazlı fırın içinde, iç boyutları 40 \varnothing \times 40cm. olan silindir sagar kutusunda gerçekleştirilmiştir. Yakıt olarak LPG gazı, indirgeyici malzeme olarak yanmamış gaz, çam, yağ kavak ve kömür tozu kullanılmıştır.

İndirgeme Yöntemleri:

I. İndirgeme: Max Ebert sırları geliştirilip, fritleştirilerek uygulanmıştır, bu sırların kodu FM'dir. Ayrıca sır araştırmaları yapılmış, bunların kodu SD'dir. Küçük gazlı fırında 560°C dereceye kadar yükseltgen pişirim yapıldıktan sonra, 560°C derecede 30 dakika havalandırma deliği $\frac{3}{4}$ kapatılarak indirgen pişirim yapılmış ve ardından tüm delikler kapatılarak soğumaya bırakılmıştır.

Alkali-bor-kurşunlu Fritleştirilmiş Sırlar



Alkali-borlu Sırlar



Sonuç: Yeterli indirgen ortam sağlanarak, sırların geneli indirgenmiş, ancak sırlar metalik bir görünüm kazanmıştır. Alkali-bor-kurşunlu fritleştirilmiş sırlar kahvemsî ve yakut lüsteri iken, diğerleri çeşitli tonda metalik olmuşlardır. Geliştirici

uygulanmış olan sırlar daha yoğun şekilde metalik lüsterleşmişlerdir. Fritleştirilmeden uygulananların bazılarında matlıklar görülmüş ve ayrıca kalın uygulanan sırların bazıları indirgenememiştir.

II. İndirgeme: FM kodlu sırlar ve SD kodlu sırlar uygulanmıştır. Küçük gazlı fırında 560°C dereceye kadar yükseltgen pişirim yapıldıktan sonra, 560°C sıcaklıkta 15 dakika, havalandırma deliğinin ¾'ü kapatılarak, indirgen pişirim yapılmış ve ardından tüm kapaklar kapatılarak soğumaya bırakılmıştır. Ancak yeterli bir indirgen ortam sağlanamadığından aynı düzenek bozulmadan 560°C derecede 3 çıra (12cm) ateşleme deliğinden atılmış, 30 dakika indirgen pişirim yapıldıktan sonra tüm delikler açılarak soğumaya bırakılmıştır.

Alkali-bor-kurşunlu Fritleştirilmiş Sırlar



Alkali-borlu Sırlar



Sonuç: Yer yer indirgeme yetersiz gelmiş, bu durum özellikle kalın uygulanmış sırlarda görülmüştür. Pişmiş sırların üzerine geliştirici uygulandığında, sırların rengi daha koyulaşmış ve bazen de kararmıştır. Kalınlıktan dolayı indirgenmeyen sırn üzerine geliştirici uygulandığında, lüster tabaka elde edilmiştir. Fritli sırlarda yine kahvemsı metalik görünüm oluşmuştur. Diğer sır araştırmalarında bordoya dönük renkler vardır ve metalik görüntüler daha az olmuştur.

III. İndirgeme: II. indirgemedede indirgenmeyen plakalar ve SD 15 ve SD16 nolu sırlar, büyük gazlı fırında 40×40cm. silindir sagar içinde indirgen pişirim yapılmıştır. 560°C dereceye kadar yükseltgen pişirim yapıldıktan sonra, 100gr. kömür tozu sagar deliğinden atılıp, delik kapatılmış ve 30 dakika 560°C-600°C derece aralığında indirgen pişirilmiş, ardından fırının tüm delikleri kapatılarak, soğumaya bırakılmıştır.

Alkali-borlu Sırlar



Sonuç: SD 15 ve SD16 nolu sırlar dışında hiçbir sır indirgenmemiş, bu sırlar da metalik bir görünüme sahip olup, bazı bölgelerde yakut lüster etkiler oluşmuştur.

IV. İndirgeme: III. İndirgemedede, indirgenmeyen sırlar ve SD15b, SD16b, SD16, SDK21 nolu sırlar, büyük fırında sagar içinde indirgen pişirim yapılmıştır. 860°C dereceye kadar yükseltgen pişirim yapılmış, bu sıcaklıkta 44gr. kömür tozu sagarın deliğinden atılıp, sagar deliği kapatılarak, sıcaklık sabit tutularak 30 dakika indirgen pişirilmiştir. Ardından fırının tüm deliklerini kapatılarak, soğumaya bırakılmıştır.

Alkali-bor-kurşunlu Fritleştirilmiş Sırlar



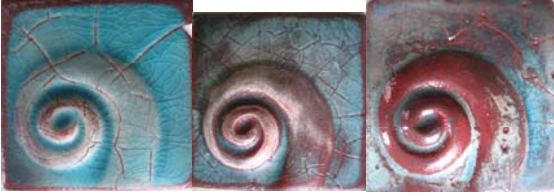
Alkali-borlu Sırlar



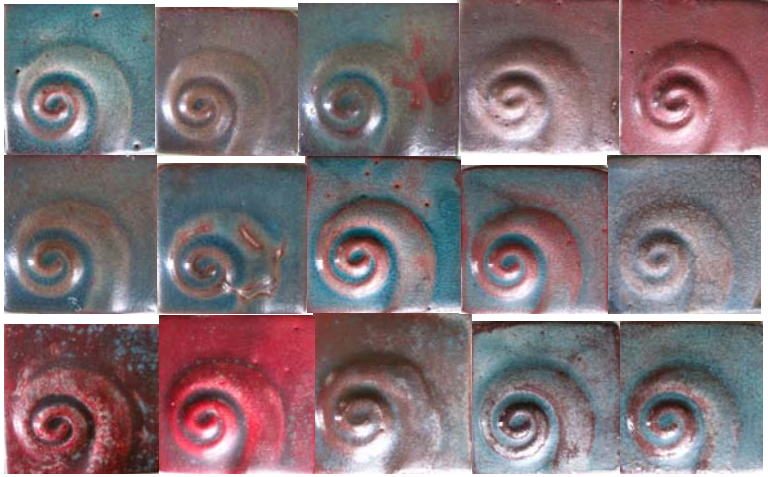
Sonuç: Birkaç sırn dışında, indirgeme yetersiz kalmıştır. Karbon gözeneklere girerek sırı karartıp, matlaştırmıştır. Metalik hiçbir görüntü oluşmamıştır.

V. İndirgeme: Birkaç FM kodlu sirla ve SD kodlu sirlar uygulanmiştir. Bu sirlar büyük fırında, içi 100gr. kömür tozu+4gr. NaOH +4gr. duvar kağıdı yapıştırıcısı + 400ml su karışımından oluşan bulamaç ile badanalanmış sagarın içinde indirgenmiştir. 700°C dereceye kadar yükseltgen pişirim yapılmış, bulamaçla çamur karıştırılarak parçalar halinde sagar deliğinden bu sıcaklıkta atılmış, delik 1 saat kapatılmış, ardından sagarın kapağı açılarak 25 dakika 750°C sıcaklıkta nötr pişirim yapılmış, sonra tüm kapaklar kapatılıp, fırın soğumaya bırakılmıştır.

Alkali-bor-kurşunlu Fritleştirilmiş Sirlar



Alkali-borlu Sirlar



Sonuç: İndirgeme kısmen daha iyi gerçekleşmiş, ancak karbondan dolayı kararma ve matlaşma olmuştur. Metalik bir görüntü görülmemiştir.

VI. İndirgeme: Çoğunluğu SD kodlu sırlar uygulanmıştır. Küçük gazlı fırında 560°C dereceye kadar yükseltgen pişirim yapılmış, 560°C-750°C derecede 30 dakika havalandırma delinin ¾'ü kapatılarak indirgen pişirim yapılmış ve ardından tüm delikler kapatılarak soğumaya bırakılmıştır.



Sonuç: İndirgeme kısmen gerçekleşmiş, sadece bir sır lüsterleşmiştir; diğer indirgenenler bordo renginde olup, sırnın inceldiği yerlerde lüster etkiler görülmüştür.

VII. İndirgeme: Çoğunluğu SD kodlu sırlar uygulanmıştır. Küçük gazlı fırında 600°C dereceye kadar yükseltgen pişirim yapılmış, 600°C-650°C derecede 20 dakika havalandırma deliğinin $\frac{3}{4}$ 'ü kapatılarak indirgen pişirim yapılmış, ardından tüm kapaklar kapatılarak soğumaya bırakılmış, ancak yeterli bir indirgen ortam sağlanamadığından aynı düzenek bozulmadan tekrar fırın yakılmıştır. 600°C dereceye kadar yükseltgen pişirim yapıldıktan sonra, 60 dakika havalandırma deliğinin $\frac{1}{8}$ 'i kapatılarak, indirgen pişirim yapılmış ve ardından tüm delikler kapatılarak soğumaya bırakılmıştır.



Sonuç: Kalın uygulanan fritleştirilmiş sırlar indirgenmemiştir. Diğer sır araştırmalarının çoğu, pembemsi maviliklerle indirgenmiştir. Sırın incelendiği yerlerde lüsterleşme görülmüştür.

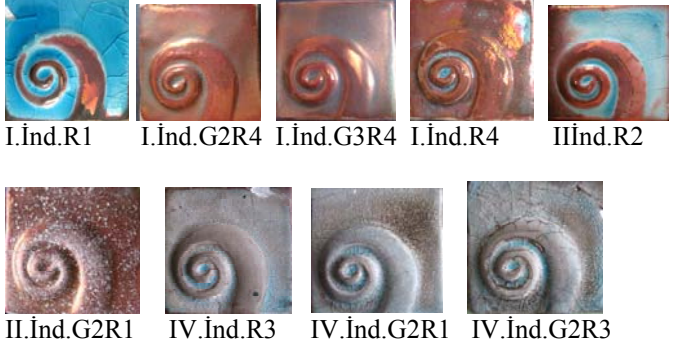
VIII. İndirgeme: SD kodlu sırlar uygulanmıştır. Küçük gazlı fırında 750°C dereceye kadar yükseltgen pişirim yapılmış, 700°C derecede toplam ağırlıkları 124gr. olan 3 parça yaş kavak ateşleme deliğinden atılmış, tüm delikler kapatılarak soğumaya bırakılmıştır.
















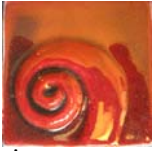

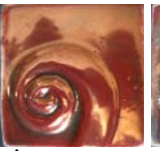



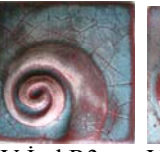






Sonuç: Sırların tamamına yakını indirgenmiştir. Renkler genelde örtücü bordomsu renkte olup, bir kaçında yakut lüsteri oluşmuştur. Kurşunlu ham sırda siyahlaşma görülmüştür.

Alkali-bor-kurşunlu Fritleştirilmiş Sır Araştırmaları












FM grubu sırlar Max Ebert'in formüllerinden geliştirilmiştir. (Ebert, 1961, 10, 11, 12).


FM1	Seğer Formülü		Harman (%)		 <p>I.İnd.R1 I.İnd.G2R4 I.İnd.G3R4 I.İnd.R4 IIİnd.R2 II.İnd.G2R1 IV.İnd.R3 IV.İnd.G2R1 IV.İnd.G2R3</p>
	K ₂ O	0.03	Ortoklas	6.29	
	Na ₂ O	0.52	Kristalboraks	19.05	
	CaO	0.19	Kalsine soda	12.86	
	PbO	0.26	Mermer	6.32	
			Sülyen	19.76	
	Al ₂ O ₃	0.16	Kaolen	10.98	
			Kuvars	24.74	
				100	
	SiO ₂	1.7	CuO	0.5	
	B ₂ O ₃	0.3	SnO ₂	1.8	
	FM2	Seğer Formülü		Harman (%)	
K ₂ O		0.05	Ortoklas	8.74	
Na ₂ O		0.55	Kristalboraks	23.8	
CaO		0.12	Kalsine soda	10.54	
PbO		0.28	Mermer	3.5	
			Sülyen	19.18	
Al ₂ O ₃		0.19	Kaolen	10.71	
			Kuvars	23.53	
				100	
SiO ₂		1.9	CuO	0.6	
B ₂ O ₃		0.4	SnO ₂	2.8	
FM3		Seğer Formülü		Harman (%)	
	K ₂ O	0.13	Ortoklas	21.12	
	Na ₂ O	0.48	Kristalboraks	20.12	
	CaO	0.12	Kalsine soda	9.52	
	PbO	0.27	Mermer	3.47	
			Sülyen	18.38	
	Al ₂ O ₃	0.16	Kaolen	2.53	
			Kuvars	24.86	
				100	
	SiO ₂	2.23	CuO	0.8	
	B ₂ O ₃	0.36	SnO ₂	2.3	


FM4	Seğer Formülü		Harman (%)		 I.İnd.R2  I.İnd.G2R4  I.İnd.R2  I.İnd.G4R4  I.İnd.G2HR3  II.İnd.R3  II.İnd.G2R2  II.İnd.G2R1  IV.İnd.R3  VI.İnd.R3  VII.İnd.
	K ₂ O	0.22	Ortoklas	17.34	
	Na ₂ O	0.43	Kristalboraks	11.18	
	CaO	0.08	Kalsine soda	9.54	
	PbO	0.27	Potas	3.81	
			Mermer	2.18	
	Al ₂ O ₃	0.11	Mürdesenk	16.8	
			Kuvars	39.15	
	SiO ₂	3.04		100	
	B ₂ O ₃	0.2	CuO	1.03	
FM5	Seğer Formülü		Harman (%)		 I.İnd.HR1  II.İnd.G2R1  IV.İnd.G2  V.İnd.R3
	K ₂ O	0.22	Ortoklas	17.27	
	Na ₂ O	0.43	Kristalboraks	11.13	
	CaO	0.08	Kalsine soda	9.5	
	PbO	0.27	Potas	3.79	
			Mermer	2.17	
	Al ₂ O ₃	0.11	Sülyen	17.14	
			Kuvars	39	
	SiO ₂	3.04		100	
	B ₂ O ₃	0.21	CuO	0.6	
FM6	Seğer Formülü		Harman (%)		 I.İnd.R 1  I.İnd.R2  I.İnd.G3R4  I.İnd.G4R4  II.İnd.R1  II.İnd.G2R2  V.İnd.R3  V.İnd. R1  VI.İnd.R2  VII.İnd.  VI.İnd.R1
	K ₂ O	0.16	Ortoklas	2.9	
	Na ₂ O	0.31	Kristalboraks	6.65	
	CaO	0.11	Kalsine soda	7.28	
	PbO	0.28	Potasyumnitrat	7.54	
	ZnO	0.14	Mermer	3	
			Çinkoksit	3.15	
	Al ₂ O ₃	0.13	Sülyen	17.36	
			Kaolen	7.64	
	SiO ₂	3.03	Kuvars	44.48	
B ₂ O ₃	0.13		100		
		CuO	1.03		

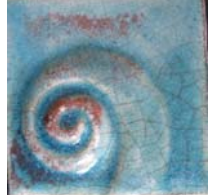
Alkali-borlu Sır Araştırmaları





SD grubu sırlar düşük sıcaklıkta gelişen sır araştırmalarıdır.

SD1	Seğer Formülü		Harman (%)		  
	K ₂ O	0.04	Ortoklas	29.1	
	Na ₂ O	0.5	Kristalboraks	33.32	
	CaO	0.1	Kalsine soda	9.24	
			Potas	12.04	
	Al ₂ O ₃	0.15	Mermer	3.49	
			Kuvars	12.56	
	SiO ₂	1.5		100	
	B ₂ O ₃	0.5	CuO	0.5	
			SnO ₂	1	
SD2	Seğer Formülü		Harman (%)		    
	K ₂ O	0.1	Albit	31.12	
	Na ₂ O	0.7	Kristalboraks	39.7	
	CaO	0.2	Kalsine soda	4.72	
			Potas	4.1	
	Al ₂ O ₃	0.2	Mermer	5.94	
			Kuvars	14.25	
	SiO ₂	2		100	
	B ₂ O ₃	0.7	CuO	0.5	
			SnO ₂	1	
		Fe ₂ O ₃	0.5		
SD3	Seğer Formülü		Harman (%)		  
	K ₂ O	0.5	Ortoklas	23.56	
	Na ₂ O	0.3	Kristalboraks	32.37	
	CaO	0.1	Potas	13.65	
	BaO	0.1	Mermer	2.83	
			Viterit	5.57	
	Al ₂ O ₃	0.15	Kuvars	22.03	
				100	
	SiO ₂	2.2	CuO	0.5	
	B ₂ O ₃	0.6	SnO ₂	1	






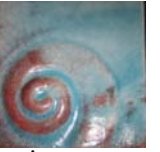

SD4	Seğer Formülü		Harman (%)		 I.İnd. R1
	Na ₂ O	0.7	Albit	18.97	
	CaO	0.1	Kristalboraks	28.8	
	BaO	0.2	Kalsine soda	10.55	
			Mermer	3.02	
	Al ₂ O ₃	0.12	Viterit	11.88	
			Kuvars	26.78	
	SiO ₂	2.2		100	
	B ₂ O ₃	0.5	CuO	0.5	
			Fe ₂ O ₃	0.5	



SD5	Seğer Formülü		Harman (%)		 I.İnd.R4
	K ₂ O	0.7	Ortoklas	36.14	
	CaO	0.05	Potas	22.42	
	BaO	0.05	Kolemanit	3.34	
	ZnO	0.1	Borik asit	21.15	
	MgO	0.1	Viterit	3.2	
			Çinko oksit	2.63	
	Al ₂ O ₃	0.2	Talk	3.68	
			Kuvars	7.41	
	SiO ₂	1.7		100	
B ₂ O ₃	0.6	CuO	0.5		
		SnO ₂	1		



SD6	Seğer Formülü		Harman (%)		 I.İnd.R4
	K ₂ O	0.1	Albit	25.78	
	Na ₂ O	0.6	Kristalboraks	31.32	
	CaO	0.1	Kalsine soda	6.95	
	BaO	0.2	Mermer	3.28	
			Viterit	12.92	
	Al ₂ O ₃	0.15	Kuvars	19.68	
				100	
	SiO ₂	1.9	CuO	0.5	
	B ₂ O ₃	0.5			









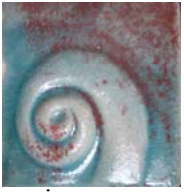

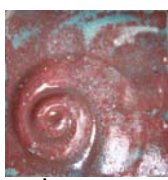
SD7	Seğer Formülü		Harman (%)		 I.İnd.R2	 I.İnd.R2	 VI.İnd.R3	 VI.İnd.R2
	K ₂ O	0.2	Ortoklas	29.24				
	Na ₂ O	0.5	Kristalboraks	40.18				
	CaO	0.1	Kalsine soda	2.78				
	ZnO	0.2	Mermer	2.63				
			Çinko oksit	4.26				
	Al ₂ O ₃	0.2	Kuvars	20.51				
				100				
	SiO ₂	2.5	CuO	0.5				
	B ₂ O ₃	0.8						







VII.İnd.

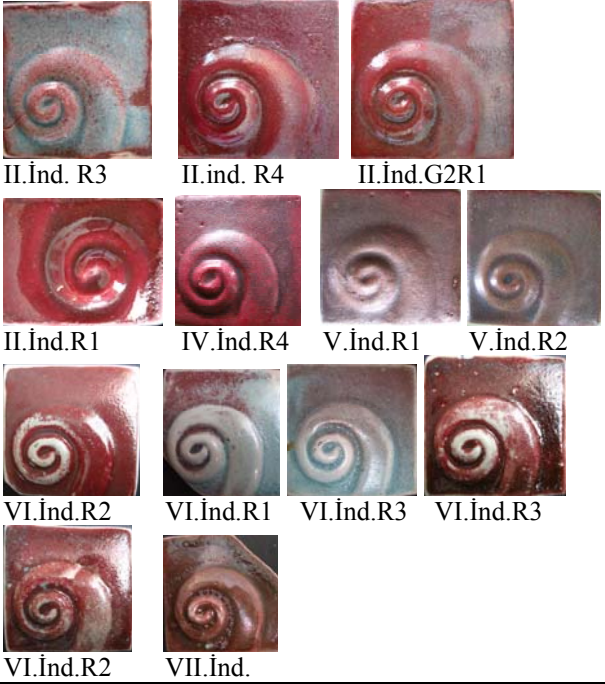
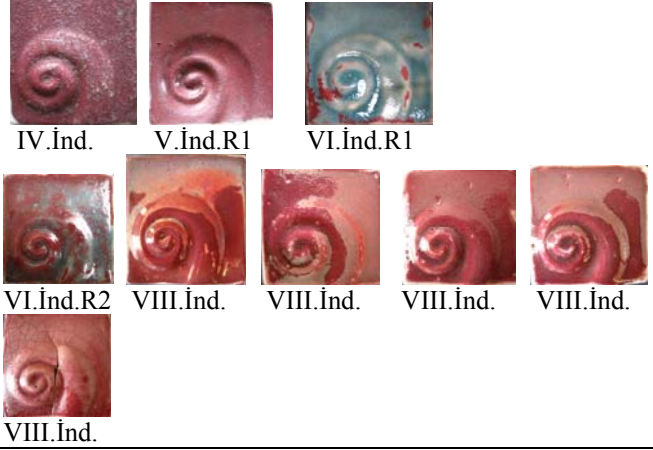
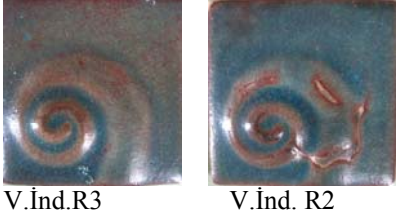
SD8	Seğer Formülü		Harman (%)		 II.İnd.R2  II.İnd.G2R1  II.İndG2R3  IV.İnd.G2R1  VI.İnd.R2  VI.İnd.R3  VII.İnd.
	K ₂ O	0.2	Ortoklas	13.63	
	Na ₂ O	0.6	Kristalboraks	37.45	
	CaO	0.2	Kalsine soda	5.3	
			Potas	3.4	
	Al ₂ O ₃	0.1	Mermer	4.9	
			Kuvars	35.4	
	SiO ₂	3		100	
	B ₂ O ₃	0.8	CuO	0.5	

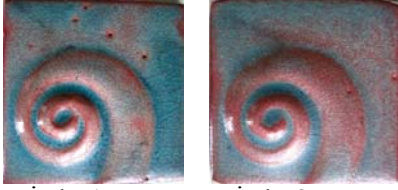

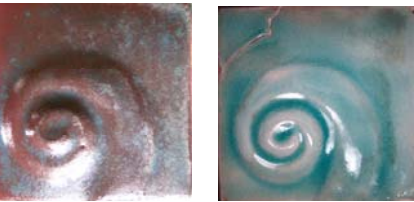
SD9	Seğer Formülü		Harman (%)		 IV.İnd.G2R1  IV.İnd.G2R3
	K ₂ O	0.3	Ortoklas	28	
	Na ₂ O	0.37	Kristalboraks	48	
	CaO	0.1	Kolemanit	7	
	BaO	0.1	Potas	7	
	ZnO	0.13	Viterit	6.6	
			Çinko oksit	3.4	
	Al ₂ O ₃	0.15		100	
	SiO ₂	0.9	CuO	0.5	
	B ₂ O ₃	0.9			

SD10	Seğer Formülü		Harman (%)		 II.İnd.G2R3  VIII.İnd.
	K ₂ O	0.1	Ortoklas	13.17	
	Na ₂ O	0.6	Kristalboraks	31.68	
	CaO	0.2	Kalsine soda	6.28	
	BaO	0.1	Kolemanit	9.76	
			Viterit	4.66	
	Al ₂ O ₃	0.1	Kuvars	34.13	
				100	
	SiO ₂	3	CuO	0.5	
	B ₂ O ₃	1			







SD11	Seğer Formülü		Harman (%)		 II. ind.G2R3  VIII.İnd.		
	K ₂ O	0.3	Ortoklas	19.6			
	Na ₂ O	0.37	Kristalboraks	33.77			
	CaO	0.1	Kolemanit	4.94			
	BaO	0.1	Potas	4.87			
	ZnO	0.13	Viterit	4.64			
			Çinko oksit	2.48			
	Al ₂ O ₃	0.15	Kuvars	29.68			
				100			
	SiO ₂	3	CuO	0.5			
B ₂ O ₃	0.9	SnO ₂	1				
SD12	Seğer Formülü		Harman (%)		 II.İnd.G2R2  IV.İnd. G2R1		
	K ₂ O	0.3	Ortoklas	13.17			
	Na ₂ O	0.5	Kristalboraks	31.68			
	ZnO	0.2	Kalsine soda	6.28			
			Kolemanit	9.76			
	Al ₂ O ₃	0.2	Viterit	4.66			
			Kuvars	34.13			
	SiO ₂	2.5					
	B ₂ O ₃	0.8	CuO	0.5			
	SD13	Seğer Formülü		Harman (%)		 IV. İnd.G2R4  IV.İnd. G2R1	
Na ₂ O		0.8	Albit	21.61			
BaO		0.2	Kristalboraks	42.02			
			Kalsine soda	7.28			
Al ₂ O ₃		0.15	Viterit	10.84			
			Kuvars	18.15			
SiO ₂		2		100			
B ₂ O ₃		0.8	CuO	0.5			
SD14		Seğer Formülü		Harman (%)			 II.İnd.R4  II.İnd.G2R3  VI.İnd.R1  VI.İnd.R3  VI.İnd.R2
		K ₂ O	0.5	Ortoklas	13.2		
	Na ₂ O	0.25	Kristalboraks	18.2			
	BaO	0.13	Borik asit	17.7			
	ZnO	0.12	Potas	10			
			Çinko oksit	2			
	Al ₂ O ₃	0.12	Viterit	4.7			
			Kuvars	34.29			
	SiO ₂	3.8		100			
	B ₂ O ₃	1.27	CuO	0.5			

SD15	Seğer Formülü		Harman (%)		 II.İnd.R1  II.İnd G2 R2  III.İnd.R2  III.İnd.R4  V.İnd.R1  V.İnd.R3
	K ₂ O	0.4	Potas	16	
	Na ₂ O	0.6	Kalsine soda	18.31	
			Borik asit	25	
	Al ₂ O ₃	0.15	Kaolen	11.2	
			Kuvars	29.5	
	SiO ₂	2		100	
	B ₂ O ₃	0.7	CuO	0.5	
			SnO ₂	1	
	SD15b	Seğer Formülü		Harman (%)	
K ₂ O		0.4	Albit	22.08	
Na ₂ O		0.5	Borik asit	27.87	
BaO		0.1	Kalsine soda	10.42	
			Potas	15.51	
Al ₂ O ₃		0.15	Viterit	5.53	
			Kuvars	18.54	
SiO ₂		2		100	
B ₂ O ₃		0.8	CuO	0.5	

SD16	Seğer Formülü		Harman (%)		
	Na ₂ O	0.8	Ortoklas	33.7	
	CaO	0.1	Potas	25.08	
	MgO	0.1	Borik sait	30.05	
			Magnezit	2.55	
	Al ₂ O ₃	0.2	Mermer	3.03	
			Kuvars	5.6	
	SiO ₂	1.5		100	
	B ₂ O ₃	0.8	CuO	0.5	
SD16b	Seğer Formülü		Harman (%)		
	K ₂ O	0.8	Ortoklas	34.91	
	Na ₂ O	0.1	Potas	26	
	MgO	0.1	Borik sait	25.3	
			Kolemanit	66	
	Al ₂ O ₃	0.2	Talk	4	
			Kuvars	3.2	
	SiO ₂	1.5		100	
	B ₂ O ₃	0.8	CuO	0.5	
SD17	Seğer Formülü		Harman (%)		
	Na ₂ O	0.8	Albit	18.22	
	CaO	0.2	Kalsine soda	20.89	
			Borik asit	17.98	
	Al ₂ O ₃	0.12	Kolemanit	11.95	
			Kuvars	30.96	
	SiO ₂	2.5		100	
	B ₂ O ₃	0.8	CuO	0.5	
		SnO ₂	0.45		

SD18	<p>Seğer Formülü</p> <table border="1"> <tr><td>Na₂O</td><td>0.8</td></tr> <tr><td>CaO</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>Al₂O₃</td><td>0.15</td></tr> <tr><td>SiO₂</td><td>2.7</td></tr> <tr><td>B₂O₃</td><td>1</td></tr> </table>	Na ₂ O	0.8	CaO	0.2	Al ₂ O ₃	0.15	SiO ₂	2.7	B ₂ O ₃	1	<p>Harman (%)</p> <table border="1"> <tr><td>Albit</td><td>20.5</td></tr> <tr><td>Kalsine soda</td><td>17.97</td></tr> <tr><td>Borik asit</td><td>22.64</td></tr> <tr><td>Kolemanit</td><td>10.74</td></tr> <tr><td>Kuvars</td><td>28.17</td></tr> <tr><td></td><td>100</td></tr> <tr><td>CuO</td><td>0.5</td></tr> <tr><td>SnO₂</td><td>0.8</td></tr> </table>	Albit	20.5	Kalsine soda	17.97	Borik asit	22.64	Kolemanit	10.74	Kuvars	28.17		100	CuO	0.5	SnO ₂	0.8	 <p>V.İnd.R1 V.İnd.R2</p>														
	Na ₂ O	0.8																																									
CaO	0.2																																										
Al ₂ O ₃	0.15																																										
SiO ₂	2.7																																										
B ₂ O ₃	1																																										
Albit	20.5																																										
Kalsine soda	17.97																																										
Borik asit	22.64																																										
Kolemanit	10.74																																										
Kuvars	28.17																																										
	100																																										
CuO	0.5																																										
SnO ₂	0.8																																										
SD19 ¹⁸⁴	<p>Seğer Formülü</p> <table border="1"> <tr><td>K₂O</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>Na₂O</td><td>0.25</td></tr> <tr><td>CaO</td><td>0.05</td></tr> <tr><td>BaO</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>ZnO</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>PbO</td><td>0.1</td></tr> <tr><td>Al₂O₃</td><td>0.3</td></tr> <tr><td>SiO₂</td><td>3.2</td></tr> <tr><td>B₂O₃</td><td>0.5</td></tr> </table>	K ₂ O	0.2	Na ₂ O	0.25	CaO	0.05	BaO	0.2	ZnO	0.2	PbO	0.1	Al ₂ O ₃	0.3	SiO ₂	3.2	B ₂ O ₃	0.5	<p>Harman (%)</p> <table border="1"> <tr><td>Ortoklas</td><td>27.8</td></tr> <tr><td>Kristalboraks</td><td>23.9</td></tr> <tr><td>Mermer</td><td>1.25</td></tr> <tr><td>Çinko oksit</td><td>4.05</td></tr> <tr><td>Viterit</td><td>9.9</td></tr> <tr><td>Sülyen</td><td>5.71</td></tr> <tr><td>Kaolen</td><td>6.45</td></tr> <tr><td>Kuvars</td><td>21</td></tr> <tr><td></td><td>100</td></tr> <tr><td>CuO</td><td>0.5</td></tr> <tr><td>SnO₂</td><td>1</td></tr> </table>	Ortoklas	27.8	Kristalboraks	23.9	Mermer	1.25	Çinko oksit	4.05	Viterit	9.9	Sülyen	5.71	Kaolen	6.45	Kuvars	21		100	CuO	0.5	SnO ₂	1	 <p>V.İnd.R3 V.İnd.R2 VI.İnd. R1 VI.İnd.R4 VII.İnd. VII.İnd. VIII.İnd. VII.İnd. VII.İnd. VIII.İnd. VIII.İnd.</p>
	K ₂ O	0.2																																									
Na ₂ O	0.25																																										
CaO	0.05																																										
BaO	0.2																																										
ZnO	0.2																																										
PbO	0.1																																										
Al ₂ O ₃	0.3																																										
SiO ₂	3.2																																										
B ₂ O ₃	0.5																																										
Ortoklas	27.8																																										
Kristalboraks	23.9																																										
Mermer	1.25																																										
Çinko oksit	4.05																																										
Viterit	9.9																																										
Sülyen	5.71																																										
Kaolen	6.45																																										
Kuvars	21																																										
	100																																										
CuO	0.5																																										
SnO ₂	1																																										
SD20	<p>Seğer Formülü</p> <table border="1"> <tr><td>K₂O</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>Na₂O</td><td>0.3</td></tr> <tr><td>CaO</td><td>0.05</td></tr> <tr><td>BaO</td><td>0.1</td></tr> <tr><td>ZnO</td><td>0.1</td></tr> <tr><td>PbO</td><td>0.25</td></tr> <tr><td>Al₂O₃</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>SiO₂</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>B₂O₃</td><td>0.4</td></tr> </table>	K ₂ O	0.2	Na ₂ O	0.3	CaO	0.05	BaO	0.1	ZnO	0.1	PbO	0.25	Al ₂ O ₃	0.2	SiO ₂	2.5	B ₂ O ₃	0.4	<p>Harman (%)</p> <table border="1"> <tr><td>Ortoklas</td><td>30.03</td></tr> <tr><td>Kalsine soda</td><td>8.58</td></tr> <tr><td>Potas</td><td>3.73</td></tr> <tr><td>Kolemanit</td><td>2.78</td></tr> <tr><td>Borik asit</td><td>10.89</td></tr> <tr><td>Viterit</td><td>5.32</td></tr> <tr><td>Çinko oksit</td><td>2.18</td></tr> <tr><td>Sülyen</td><td>15.43</td></tr> <tr><td>Kuvars</td><td>21.07</td></tr> <tr><td></td><td>100</td></tr> <tr><td>CuO</td><td>0.5</td></tr> </table>	Ortoklas	30.03	Kalsine soda	8.58	Potas	3.73	Kolemanit	2.78	Borik asit	10.89	Viterit	5.32	Çinko oksit	2.18	Sülyen	15.43	Kuvars	21.07		100	CuO	0.5	 <p>V.İnd. R3 VI.İnd.R2</p>
K ₂ O	0.2																																										
Na ₂ O	0.3																																										
CaO	0.05																																										
BaO	0.1																																										
ZnO	0.1																																										
PbO	0.25																																										
Al ₂ O ₃	0.2																																										
SiO ₂	2.5																																										
B ₂ O ₃	0.4																																										
Ortoklas	30.03																																										
Kalsine soda	8.58																																										
Potas	3.73																																										
Kolemanit	2.78																																										
Borik asit	10.89																																										
Viterit	5.32																																										
Çinko oksit	2.18																																										
Sülyen	15.43																																										
Kuvars	21.07																																										
	100																																										
CuO	0.5																																										

¹⁸⁴ Arcasoy Ateş, Seramik Teknolojisi, Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Ana Sanat Dalı Yayınları No:1, İst. 1983, 238 s.

SDK21	Seğer Formülü		Harman (%)		  
	Na ₂ O	0.5	Albit	20.81	
	CaO	0.2	Kalsine soda	13.33	
	PbO	0.3	Borik asit	4.2	
			Kolemanit	13.63	
	Al ₂ O ₃	0.15	Sülyen	22.69	
			Kuvars	25.42	
	SiO ₂	2		100	
B ₂ O ₃	0.4	CuO	0.5		
SDL22	Seğer Formülü		Harman (%)		  
	K ₂ O	0.23	Albit	21.5	
	Na ₂ O	0.12	Lityum klorür	4.4	
	Li ₂ O	0.3	Potas	10.84	
	BaO	0.05	Borik asit	25.38	
	ZnO	0.3	Viterit	3.37	
			Çinko oksit	8.4	
			Kuvars	26.20	
				100	
	Al ₂ O ₃	0.12	CuO	0.5	
	SiO ₂	2			
B ₂ O ₃	0.6				

3.2. YÜKSEK SICAKLIKTA GELİŞEN BAKIR KIRMIZI SIR ARAŞTIRMALARI VE UYGULAMALARI

Deney plakaları, 7.5cm×7.5cm×0.7cm boyutunda helezon rölyefli bir sır plakasının kalıbıyla, Limonish, Creaton 1100 ve Mont Blanc 011 porselen çamurlarından döküm veya baskı yöntemleriyle çoğaltılmıştır. Yüksek sıcaklıkta gelişen bakır kırmızısı sırlarıyla sırlanarak, çeşitli yöntemlerle pişirilmiştir.



Resim 46: Yüksek sıcaklıkta gelişen bakır kırmızısı sırları elde etmek için yapılan iç boyutları 39cm×49cm×60cm olan gazlı fırın.

Bu işlemler için, iki bek girişi olan, 1300°C dereceye ulaşabilme kapasitesine sahip, iç boyutları 39cm×49cm×60cm olan dikdörtgen prizma şeklinde gazlı fırın yapılmıştır. Yakıt olarak LPG gazı ve indirgeyici malzeme olarak da yanmamış gaz ve yaş kavak kullanılmıştır.

İndirgeme Yöntemleri:

Y.I. İndirgeme: Düşük sıcaklık gelişen fritleştirilmiş sırlar, yüksek sıcaklıkta gelişen sırlar için frit hammaddesi olarak kullanılmıştır, bu sırların kodu: F'dir. Diğer uygulanan sırlar Bailey'in kitabından geliştirilmiştir, bu sırların kodu: C'dir. Seger (T1), Lauth ve Dutailly (T1 ve T2) ait sırlar geliştirilerek uygulanmıştır, bu sırların kodu: T'dir. Sırlar Limonish porselen üzerine uygulanmıştır.

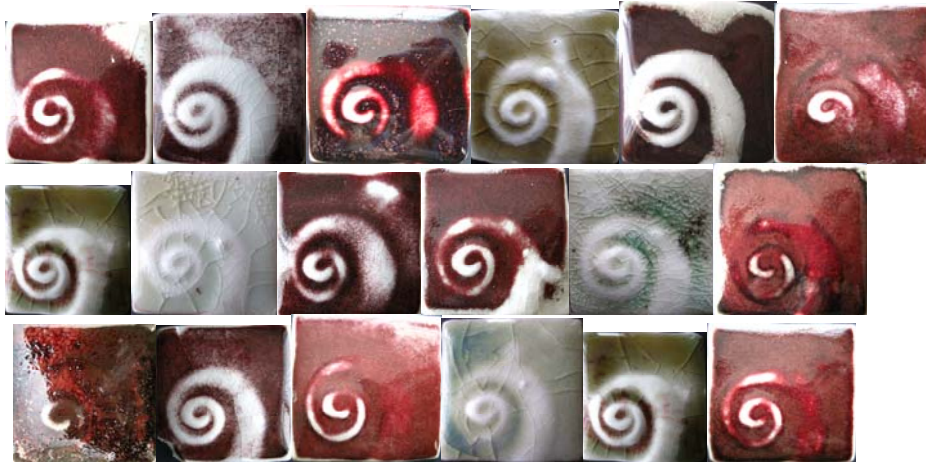
850°C dereceye kadar baca açık olarak yükseltgen pişirim yapılmıştır. 850°C derecede baca ¼ açık bırakılarak, 30 dakika çiğ gazla ağır indirgen pişirim yapılmıştır. Ardından 1300°C dereceye kadar baca ½ açık bırakılarak, 4.5 saat orta indirgen pişirim yapılmıştır. 1300°C derecede baca tam açılarak, sıcaklığın oksijenle hızlı şekilde 850°C düşmesi sağlanmıştır. Fırının tüm kapakları bu sıcaklıkta kapatılarak soğumaya bırakılmış, toplam pişirim süresi 10 saat olmuştur.



Sonuç: Genel olarak bakıldığında, sırların tamamı indirgen pişirilmiş olup, renklerde soluklaşma, buharlaşma görüldüğü gibi, fritli sırların renkleri canlı güzel kırmızı olmuştur. C kodlu sırlar daha soluk renkte olup, bu sırlarda buharlaşmalar görülmüştür.

Y.II. İndirgeme: Limonish ve Creaton1100 porselen bünye üzerine F kodlu sırlar ve bu sırların ham halleri, C kodlu sırlar ve bu sırların standart boraks fritli halleri ve ayrıca birkaç tane SY kodlu sır araştırması yapılmış sırlar uygulanmıştır.

850°C dereceye kadar baca açık olarak yükseltgen pişirim yapılmıştır. 850°C derecede baca ¼ açık bırakılarak, 30 dakika çiğ gazla ağır indirgen pişirim yapılmıştır. Ardından 1350°C dereceye kadar baca ½ açık bırakılarak, 5 saat orta indirgen pişirim yapılmıştır. 950°C dereceye düşüncüye kadar kapaklar açık kalmıştır. Bu sıcaklıkta önce 50 gr. yaş kavak atılıp, kapaklar kapatılarak 15 dakika beklenmiş, sonra aynı işlem tekrarlanmıştır. İkinci 15 dakika beklendikten sonra tüm kapaklar açılarak 1 saat 1000°C sıcaklıkta yükseltgen pişirim yapılmıştır. Ardından tüm kapaklar kapatılarak fırın soğumaya bırakılmış, toplam pişirim süresi 9 saat olmuştur



Sonuç: 1350°C sıcaklığa çıktığından, renk koyuya kaçan kırmızı olmuş, bazı plakalarda buharlaşma olduğu gibi, re-oksidasyon da görülmüştür. Demir oksit içeren sırlarda seledon etkiyle birlikte re-oksidasyon etki birleşmiştir. Re-oksidasyon sonucu sarı-yeşil renk oluşurken, seledon etkide sır biraz daha mavi yeşil olmuştur. Ayrıca sır oldukça camsı, derinlik kazanmış ve iğne deliği etkisi de azalmıştır. Alt raflarda sıcaklık daha yüksek olduğundan bu raflarda bulunan sırlarda buharlaşma ve siyahlaşma daha fazla olmuştur.

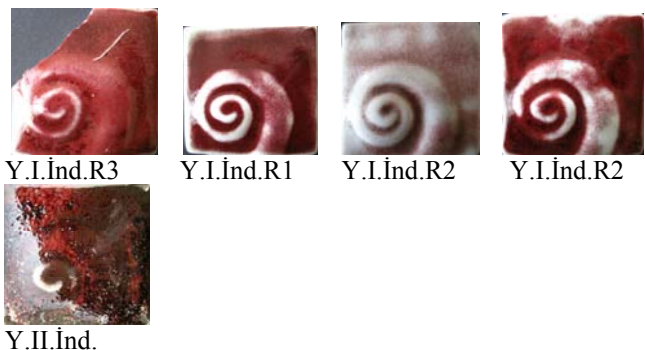

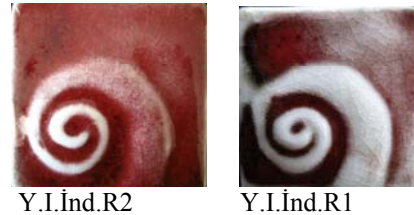
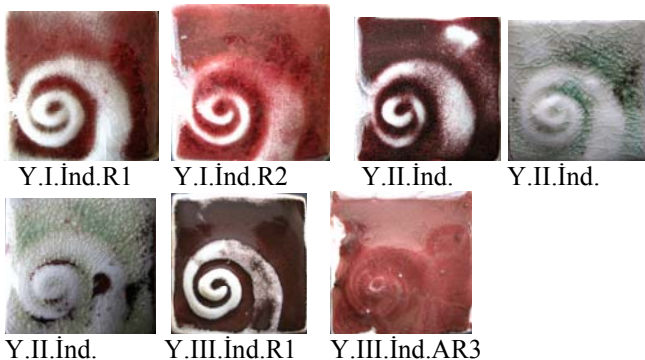
Y.III. İndirgeme: Bu pişirimde SY kodlu sırlar, az sayıda F kodlu sır ve bunların ham hali ve birkaç adet standart borakslı C kodlu sır kullanılmıştır. Tüm sırlar Creaton1100 ve Mont Blanc011 porselen bünye üzerine uygulanmıştır. Sırlar astarlı ve astarsız plakalar üzerine tatbik edilmiştir. (Astar: 100gr. kuvars + 6.66gr. toz porselen çamur.)

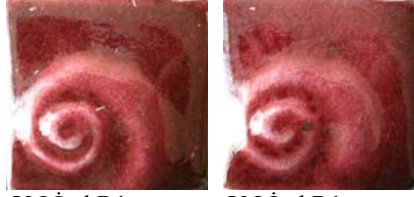

850°C dereceye kadar baca açık olarak yükseltgen pişirim yapılmıştır. 850°C derecede baca ¼ açık bırakılarak, 35 dakika çiğ gazla ağır indirgen pişirim uygulanmıştır. Ardından 1300°C dereceye kadar baca ½ açık bırakılarak, 3 saat 40 dakika orta indirgen pişirim yapılmıştır. 1300°C derecede tüm kapaklar açılarak, 10 dakika yükseltgen pişirim yapılmıştır. Sonra fırın kapatılarak, 900°C dereceye düşüncüye kadar tüm kapaklar açık bırakılmıştır. Bu sıcaklıkta tüm kapaklar kapatılıp, fırın soğumaya bırakılmış, toplam pişirim süresi 9 saat olmuştur.





Sonuç: Genel olarak bakıldığında, sırların tamamı indirgen pişirilmiş olup, buharlaşma görülmemiştir. Renkler çeşitlilik göstererek, pembemsi kırmızı, kiremit kırmızısı, flambe, koyu kahveler, kırmızılar görülmüştür. Bu sırlarda faz ayrımı, kabarcıklar ve iğne delikleri daha yoğundur, o nedenle pembeleşmeler ve mavilikler, morluklar artmıştır. Renkler II.indirgeme kadar koyulaşmasa da I. indirgemeye göre daha koyudur. Alt raflarda sıcaklık daha yüksek olduğundan, bu raflardaki sırlar daha parlak fakat daha koyu renktir. Bazı sırlar kuvars yoğunluklu astar üzerine uygulanmıştır. Astar üzerine uygulanan sırların vizkozitelerinin artmasıyla, yüzeyin yüksek kısımlarında renk açılması azalmış olup, faz ayrımı nedeniyle rengin tonu daha koyulmuştur.

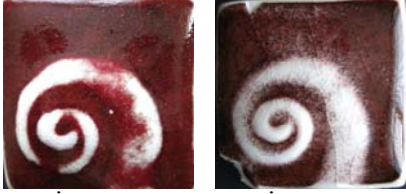

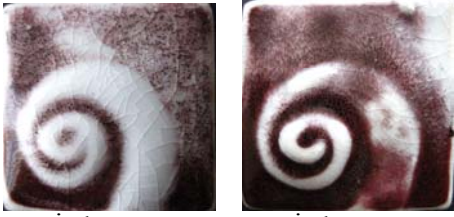
F grubu sırlar FM sırlarının yüksek dereceye uyarlanmasıyla geliştirilmiştir.

F1	Seğer Formülü		Harman (%)		
	K ₂ O	0.46	Ortoklas	78	
	Na ₂ O	0.06	FM1 frit	9	
	CaO	0.45	Kalsit	13	
	PbO	0.03		100	
			CuO	0.5	
	Al ₂ O ₃	0.47	SnO ₂	1.8	
	SiO ₂	2.9			
	B ₂ O ₃	0.035			
F2	Seğer Formülü		Harman (%)		
	K ₂ O	0.47	Ortoklas	78	
	Na ₂ O	0.06	FM2 frit	9	
	CaO	0.44	Kalsit	13	
	PbO	0.03		100	
			CuO	0.3	
	Al ₂ O ₃	0.48	SnO ₂	0.2	
	SiO ₂	3.01			
	B ₂ O ₃	0.043			
F3	Seğer Formülü		Harman (%)		
	K ₂ O	0.48	Ortoklas	78	
	Na ₂ O	0.05	FM3 frit	9	
	CaO	0.45	Kalsit	13	
	PbO	0.028		100	
			CuO	0.44	
	Al ₂ O ₃	0.48			
	SiO ₂	3			
	B ₂ O ₃	0.036			
F4	Seğer Formülü		Harman (%)		
	K ₂ O	0.49	Ortoklas	78	
	Na ₂ O	0.039	FM4 frit	9	
	CaO	0.45	Kalsit	13	
	PbO	0.024		100	
			CuO	0.34	
	Al ₂ O ₃	0.48			
	SiO ₂	3.12			
	B ₂ O ₃	0.019			













F5	Seğer Formülü		Harman (%)		 Y.I.İnd.R1 Y.I.İnd.R1
	K ₂ O	0.49	Ortoklas	78	
	Na ₂ O	0.039	FM5 frit	9	
	CaO	0.45	Kalsit	13	
	PbO	0.024		100	
			CuO	0.34	
	Al ₂ O ₃	0.48			
	SiO ₂	3.12			
	B ₂ O ₃	0.019			
F6	Seğer Formülü		Harman (%)		 Y.I.İdn.R1 Y.I.İnd.R1 Y.III.İnd.R3 Y.III.İnd.AR3
	K ₂ O	0.48	Ortoklas	78	
	Na ₂ O	0.03	FM6 frit	9	
	CaO	0.45	Kalsit	13	
	PbO	0.026		100	
	ZnO	0.014	CuO	0.4	
	Al ₂ O ₃	0.483			
	SiO ₂	3.114			
	B ₂ O ₃	0.012			

HF grubu sırlar F sırların ham hali




HF1	Seğer Formülü		Harman (%)		 Y.II.İnd. Y.II.İnd. Y.III.İnd.AR1 Y.III.İnd.R1
	K ₂ O	0.46	Ortoklas	77.57	
	Na ₂ O	0.06	Kalsine soda	1.39	
	CaO	0.45	Kristalboraks	2.07	
	PbO	0.03	Mermer	13.53	
			Sülyen	2.17	
			Kuvars	3.28	
				100	
	SiO ₂	2.9	CuO	0.5	
	B ₂ O ₃	0.035			
HF2	Seğer Formülü		Harman (%)		 Y.II.İnd. Y.II.İnd. Y.III.İnd.R3 Y.III.İnd.AR2
	K ₂ O	0.47	Ortoklas	77.5	
	Na ₂ O	0.06	Kalsine soda	1.08	
	CaO	0.44	Kristalboraks	2.44	
	PbO	0.03	Mermer	13.14	
			Sülyen	2.03	
			Kaolen	0.77	
			Kuvars	3.03	
				100	
	SiO ₂	3.01	CuO	0.5	
B ₂ O ₃	0.043				


HF3	Seğer Formülü		Harman (%)		 Y.II.İnd. Y.II.İnd.
	K ₂ O	0.48	Ortoklas	79.65	
	Na ₂ O	0.05	Kalsine soda	1.01	
	CaO	0.45	Kristalboraks	2.05	
	PbO	0.028	Mermer	13.22	
			Sülyen	1.91	
	Al ₂ O ₃	0.48	Kuvars	2.15	
				100	
	SiO ₂	3	CuO	0.5	
	B ₂ O ₃	0.036			
HF4	Seğer Formülü		Harman (%)		 Y.II.İnd.
	K ₂ O	0.49	Ortoklas	79.11	
	Na ₂ O	0.039	Potas	0.37	
	CaO	0.45	Kalsine soda	0.91	
	PbO	0.024	Kristalboraks	1.1	
			Mermer	13.14	
	Al ₂ O ₃	0.48	Sülyen	1.64	
			Kuvars	3.78	
	SiO ₂	3.12		100	
	B ₂ O ₃	0.019	CuO	0.3	
HF6	Seğer Formülü		Harman (%)		 Y.II.İnd. Y.II.İnd.
	K ₂ O	0.48	Ortoklas	79.43	
	Na ₂ O	0.03	Kalsine soda	0.74	
	CaO	0.45	Kristalboraks	0.68	
	PbO	0.026	Mermer	13.22	
	ZnO	0.014	Çinko oksit	0.23	
			Sülyen	1.77	
	Al ₂ O ₃	0.483	Kuvars	3.8	
				100	
	SiO ₂	3.114	CuO	0.25	
B ₂ O ₃	0.012				





T grubu sırlar Tichane'nın kitabından geliştirilmiştir. (Tichane, 1998, 42)


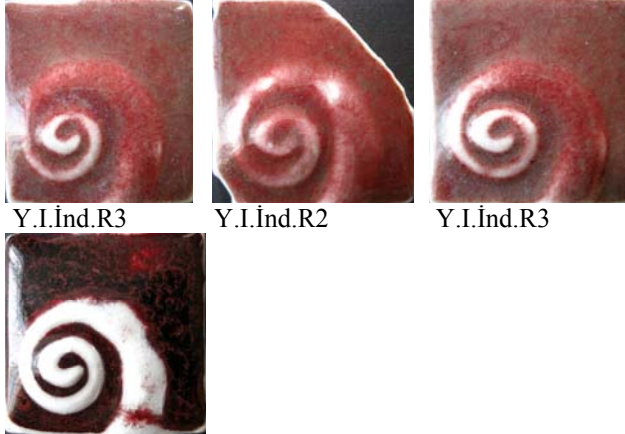


T1	Seğer Formülü		Harman (%)		   
	K ₂ O	0.243	Ortoklas	25.98	
	Na ₂ O	0.104	Kalsine soda	0.77	
	CaO	0.46	Kristalboraks	4.85	
	BaO	0.182	Kalsit	8.85	
			Viterit	6.89	
	Al ₂ O ₃	0.6	Kaolen	17.71	
			Kuvars	34.94	
	SiO ₂	5.2		100	
	B ₂ O ₃	0.132	CuO	0.5	
		Fe ₂ O ₃	0.5		
T2	Seğer Formülü		Harman (%)		   
	K ₂ O	0.556	Ortoklas	26.93	
	BaO	0.219	Potas	9.69	
	ZnO	0.223	Borik asit	14.55	
			Viterit	9.21	
	Al ₂ O ₃	0.227	Çinko oksit	3.85	
			Kuvars	35.76	
	SiO ₂	4.105		100	
	B ₂ O ₃	0.55	CuO	0.5	
			SnO ₂	0.5	
T3	Seğer Formülü		Harman (%)		   
	K ₂ O	0.36	Ortoklas	57.2	
	CaO	0.63	Kalsit	18.02	
			Kuvars	24.71	
				100	
	Al ₂ O ₃	0.36	CuO	0.5	
			SnO ₂	0.5	
	SiO ₂	3.9			

C grubu sırlar Michael Bailey kitabından geliştirilmiştir. (Bailey, 2004, 95-103)


C1	Seğer Formülü		Harman (%)		 Y.I.İnd.R2 Y.I.İnd.R2 Y.I.İnd.R1
	K ₂ O	0.3	Ortoklas	46.34	
	Na ₂ O	0.13	Kalsine soda	3.82	
	CaO	0.53	Kolemanit	4.95	
			Kalsit	12.22	
	Al ₂ O ₃	0.5	Kaolen	14.33	
			Kuvars	18.33	
	SiO ₂	3.3		100	
	B ₂ O ₃	0.13	CuCO ₃	0.3	
			SnO ₂	1	
C2	Seğer Formülü		Harman (%)		 Y.I.İnd.R3
	K ₂ O	0.14	Ortoklas	31.81	
	Na ₂ O	0.075	Kalsine soda	3.24	
	Li ₂ O	0.056	Lityumkarbonat	1.69	
	CaO	0.597	Kolemanit	2.69	
	BaO	0.021	Kalsit	23.08	
	ZnO	0.105	Viterit	1.69	
			Çinko oksit	3.47	
	Al ₂ O ₃	0.196	Kaolen	5.9	
			Kuvars	26.41	
SiO ₂	2.03		100		
B ₂ O ₃	0.048	CuCO ₃	0.6		
		SnO ₂	1		
C3	Seğer Formülü		Harman (%)		 Y.I.İnd.R2 Y.I.İnd.R2 Y.I.İnd.R1
	K ₂ O	0.178	Ortoklas	33.6	
	Na ₂ O	0.104	Kalsine soda	3.75	
	CaO	0.484	Kolemanit	3.88	
	MgO	0.078	Kalsit	14.6	
	ZnO	0.154	Magnezit	2.23	
			Çinko oksit	4.24	
	Al ₂ O ₃	0.306	Kaolen	11.24	
			Kuvars	26.4	
	SiO ₂	2.617		100	
B ₂ O ₃	0.083	CuCO ₃	0.9		
		SnO ₂	1.4		

C3b	Seğer Formülü		Harman (%)		 Y.I.İnd.R1 Y.I.İnd.R2 Y.I.İnd.R1
	K ₂ O	0.178	Ortoklas	34	
	Na ₂ O	0.104	Kalsine soda	3.8	
	CaO	0.484	Kolemanit	3.9	
	MgO	0.078	Kalsit	14.74	
	ZnO	0.154	Talk	3.38	
			Çinko oksit	4.29	
	Al ₂ O ₃	0.306	Kaolen	11.35	
			Kuvars	24.52	
	SiO ₂	2.617		100	
	B ₂ O ₃	0.083	CuCO ₃	0.9	
			SnO ₂	1.4	
	C4	Seğer Formülü		Harman (%)	
K ₂ O		0.129	Ortoklas	23.4	
Na ₂ O		0.09	Kalsine soda	3.11	
CaO		0.604	Kolemanit	3.9	
MgO		0.175	Kalsit	12.1	
			Dolomit	10.5	
Al ₂ O ₃		0.423	Kaolen	24.75	
			Kuvars	22.24	
SiO ₂		2.5		100	
B ₂ O ₃		0.087	CuCO ₃	0.5	
			SnO ₂	1	
			Fe ₂ O ₃	0.5	
C5		Seğer Formülü		Harman (%)	
	K ₂ O	0.168	Ortoklas	28.46	
	Na ₂ O	0.111	Kalsine soda	3.58	
	CaO	0.72	Kolemanit	3.54	
			Kalsit	20.22	
	Al ₂ O ₃	0.35	Kaolen	14.07	
			Kuvars	30.13	
	SiO ₂	3.02		100	
	B ₂ O ₃	0.085	CuCO ₃	0.5	
			SnO ₂	2	
			Fe ₂ O ₃	0.5	
			Rutil	1	






C6	Seger Formülü		Harman (%)		 Y.I.İnd.R1 Y.I.İnd.R1 Y.I.İnd.R2
	K ₂ O	0.201	Ortoklas	30.73	
	Na ₂ O	0.226	Kalsine soda	6.59	
	CaO	0.571	Kolemanit	5.07	
			Kalsit	13.24	
	Al ₂ O ₃	0.488	Kaolen	20.36	
			Kuvars	24.02	
	SiO ₂	3.24		100	
	B ₂ O ₃	0.134	CuCO ₃	0.3	
			SnO ₂	1	
C7	Seger Formülü		Harman (%)		 Y.I.İnd.R3 Y.I.İnd.R1 Y.I.İnd.R2
	K ₂ O	0.106	Ortoklas	15.18	
	Na ₂ O	0.35	Kalsine soda	9.55	
	CaO	0.543	Kolemanit	6.37	
			Kalsit	10.9	
	Al ₂ O ₃	0.48	Kaolen	24.85	
			Kuvars	33.16	
	SiO ₂	3.48		100	
	B ₂ O ₃	0.18	CuCO ₃	0.3	
			SnO ₂	1.5	
		Fe ₂ O ₃	0.3		
C7b	Seger Formülü		Harman (%)		 Y.I.İnd.R2 Y.I.İnd.R1 Y.I.İnd.R2 Y.I.İnd.R3
	K ₂ O	0.106	Nefelinsyenit	36.14	
	Na ₂ O	0.35	Kalsine soda	0.94	
	CaO	0.543	Kolemanit	6.86	
			Kalsit	11.74	
	Al ₂ O ₃	0.48	Kaolen	4.3	
			Kuvars	40	
	SiO ₂	3.48		100	
	B ₂ O ₃	0.18	CuCO ₃	0.3	
			SnO ₂	1.5	
		Fe ₂ O ₃	0.3		
C8	Seger Formülü		Harman (%)		 Y.I.İnd.R2 Y.I.İnd.R2 Y.I.İnd.R1
	K ₂ O	0.365	Ortoklas	64.28	
	Na ₂ O	0.198	Kalsine soda	6.38	
	CaO	0.435	Kristalboraks	0.97	
			Wollastonit	16	
	Al ₂ O ₃	0.475	Kaolen	9	
			Kuvars	3.4	
	SiO ₂	3.03		100	
	B ₂ O ₃	0.016	CuO	0.4	
			SnO ₂	1	


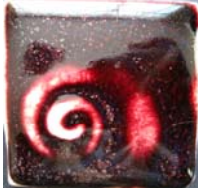


C8b	Seğer Formülü		Harman (%)		 Y.I.İnd.R3 Y.I.İnd.R3 Y.I.İnd.R1
	K ₂ O	0.365	Ortoklas	60.61	
	Na ₂ O	0.198	Kalsine soda	6.02	
	CaO	0.435	Kristalboraks	0.91	
			Kalsit	13	
	Al ₂ O ₃	0.475	Kaolen	8.48	
			Kuvars	11	
	SiO ₂	3.03		100	
	B ₂ O ₃	0.016	CuO	0.4	
			SnO ₂	1	
C9	Seğer Formülü		Harman (%)		 Y.I.İnd.R3 Y.I.İnd.R2 Y.I.İnd.R3 Y.II.İnd.
	K ₂ O	0.055	Albit	39.32	
	Na ₂ O	0.26	Potas	2.2	
	CaO	0.683	Kolemanit	5.39	
			Kalsit	17.11	
	Al ₂ O ₃	0.375	Kaolen	8.56	
			Kuvars	27.43	
	SiO ₂	3.374		100	
	B ₂ O ₃	0.136	CuCO ₃	0.5	
			SnO ₂	2	
C10	Seğer Formülü		Harman (%)		 Y.I.İnd.R2 Y.I.İnd.R2 Y.I.İnd.R3
	K ₂ O	0.34	Ortoklas	55.17	
	Na ₂ O	0.16	Kalsine soda	4.95	
	CaO	0.498	Kolemanit	3.09	
			Kalsit	13.08	
	Al ₂ O ₃	0.486	Kaolen	11	
			Kuvars	12.71	
	SiO ₂	3.058		100	
	B ₂ O ₃	0.077	CuCO ₃	0.4	
			SnO ₂	1	
C11	Seğer Formülü		Harman (%)		 Y.I.İnd.R3 Y.I.İnd.R2
	K ₂ O	0.21	Ortoklas	35.91	
	Na ₂ O	0.103	Kolemanit	2.52	
	CaO	0.505	Kalsit	14.64	
	BaO	0.03	Viterit	1.85	
	ZnO	0.153	Çinko oksit	3.89	
			Kaolen	9.71	
	Al ₂ O ₃	0.326	Kuvars	31.46	
				100	
	SiO ₂	3.148	CuCO ₃	0.6	
B ₂ O ₃	0.059	SnO ₂	1		





Standart Boraks Frit:

Std. Boraks Frit	Seğer Formülü		Harman (%)		
	K ₂ O	0.033	Albit	32.26	
	Na ₂ O	0.33	Kristalboraks	21.34	
	CaO	0.636	Potas	1.62	
			Borik asit	14.21	
	Al ₂ O ₃	0.173	Vollastonit	26.25	
			Kuvars	26.87	
	SiO ₂	1.9		100	
B ₂ O ₃	0.636	CuO mavi fritte	0.8		





Cbf grubu sırlar C kodlu sırlarda standart boraks frit kullanılmıştır.


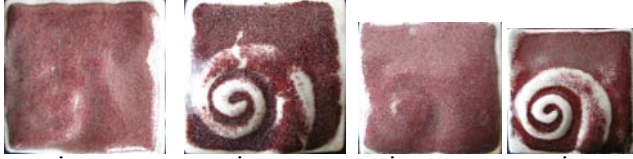

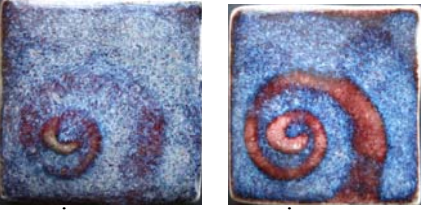
C4bf	Seğer Formülü		Harman (%)				
	K ₂ O	0.129	Ortoklas	15.46	Y.II.İnd.	Y.II.İnd.	Y.II.İnd.
	Na ₂ O	0.09	Kalsine soda	3.15			
	CaO	0.604	Std.boraksfrit	5.39			
	MgO	0.175	Kalsit	11.33			
			Dolomit	8.56			
	Al ₂ O ₃	0.423	Kaolen	26.87			
			Kuvars	22.03			
SiO ₂	2.5		100				
B ₂ O ₃	0.087	CuCO ₃	0.5	Y.III.İnd.AR1			
		SnO ₂	1				
		Fe ₂ O ₃	0.5		Y.III.İnd.R2		







C5bf	Seğer Formülü		Harman (%)			
	K ₂ O	0.168	Ortoklas	28.26	Y.II.İnd.	Y.II.İnd.
	Na ₂ O	0.111	Kalsine soda	2.21		
	CaO	0.72	Std.boraksfrit	9.68		
			Kalsit	19.74		
	Al ₂ O ₃	0.35	Kaolen	12.85		
			Kuvars	27.25		
	SiO ₂	3.014		100		
B ₂ O ₃	0.085	CuCO ₃	0.4	Y.III.İnd.R3 (demir,rutinyok)		
		SnO ₂	1			
		Fe ₂ O ₃	0.5		Y.III.İnd.AR1	
		Rutil	1			



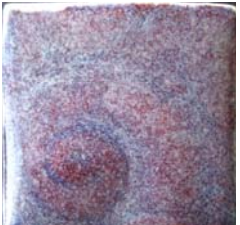
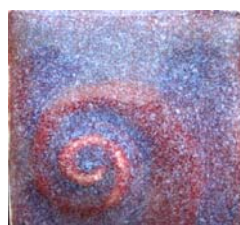


C9bf	Seger Formülü		Harman (%)		 Y.II.İnd.	 Y.II.İnd.
	K ₂ O	0.055	Ortoklas	7.56		
	Na ₂ O	0.26	Kalsine soda	5.71		
	CaO	0.683	Std.boraksfrit	14.19		
			Kalsit	15.53		
	Al ₂ O ₃	0.375	Kaolen	21.21		
			Kuvars	35.8		
	SiO ₂	3.374		100		
B ₂ O ₃	0.136	CuCO ₃	0.2			
		SnO ₂	2			
C10bf	Seger Formülü		Harman (%)		 Y.III.İnd.R1	 Y.III.İndAR3
	K ₂ O	0.34	Ortoklas	55.47		
	Na ₂ O	0.16	Kalsine soda	3.78		
	CaO	0.498	Std.boraksfrit	8.42		
			Kalsit	12.5		
	Al ₂ O ₃	0.486	Kaolen	9.96		
			Kuvars	9.87		
	SiO ₂	3.058		100		
B ₂ O ₃	0.077	CuCO ₃	0.5			
		SnO ₂	1			

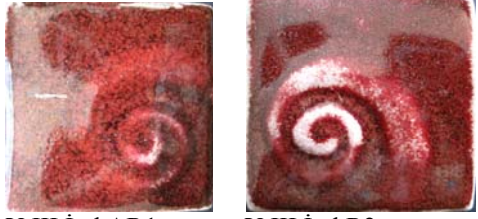
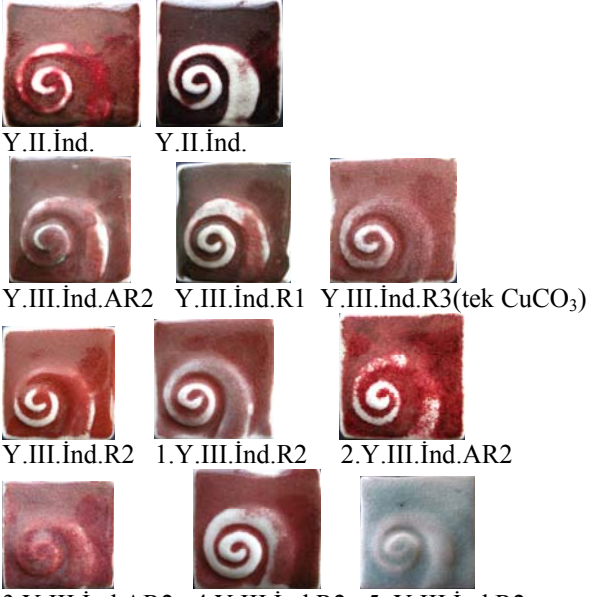
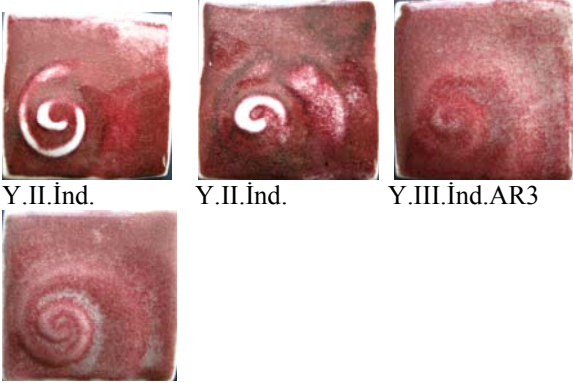
SY grubu sırlar yüksek sıcaklıkta gelişen sır araştırmalarıdır.


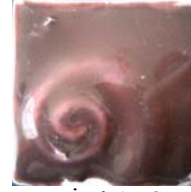






SY1	Seger Formülü		Harman (%)		 Y.III.İnd.R2	 Y.III.İnd.R1
	K ₂ O	0.4	Ortoklas	72.58		
	Na ₂ O	0.1	Kalsine soda	3.15		
	CaO	0.5	Kristalboraks	1.12		
			Wollastonit	18.93		
	Al ₂ O ₃	0.45	Kaolen	4.21		
				100		
	SiO ₂	3	CuCO ₃	0.8		
B ₂ O ₃	0.018	SnO ₂	1			
SYf1	Seger Formülü		Harman (%)		 Y.III.İnd.R3	 Y.III.İnd.R3
	K ₂ O	0.1	Ortoklas	14.3		
	Na ₂ O	0.2	Albit	27.3		
	CaO	0.7	Std.boraksfrit	4.86		
			Mermer	17.16		
	Al ₂ O ₃	0.4	Kaolen	6.27		
			Kuvars	30.12		
	SiO ₂	4		100		
B ₂ O ₃	0.05	CuCO ₃	0.8			
		SnO ₂	1			

SY2	Seğer Formülü		Harman (%)		 Y.III.İnd.AR1 Y.III.İnd.R1
	K ₂ O	0.3	Ortoklas	46.29	
	CaO	0.6	Wollastonit	19.32	
	BaO	0.05	Viterit	2.73	
	PbO	0.05	Kurşunlu frit	4.01	
			Kaolen	3.58	
	Al ₂ O ₃	0.35	Kuvars	24.06	
				100	
SiO ₂	4.5	CuCO ₃	0.8		
		SnO ₂	1		
SY3	Seğer Formülü		Harman (%)		 Y.III.İnd.AR3 Y.III.İnd.R2 Y.III.İnd.R2 Y.III.İnd.R1 (Fe ₂ O ₃ yok)
	Na ₂ O	0.2	Albit	27.32	
	CaO	0.65	Kolemanit	2.86	
	MgO	0.15	Kalsit	11.64	
			Dolomit	7.19	
	Al ₂ O ₃	0.4	Kaolen	13.45	
			Kuvars	37.53	
				100	
	SiO ₂	4	CuCO ₃	0.8	
	B ₂ O ₃	0.08	SnO ₂	1	
			Fe ₂ O ₃	0.5	
SY4	Seğer Formülü		Harman (%)		 Y.III.İnd.R1 Y.III.İnd.AR3
	K ₂ O	0.17	Albit	58.97	
	Na ₂ O	0.25	Potas	10.56	
	CaO	0.45	Dolomit	8.28	
	MgO	0.1	Wollastonit	18.27	
	PbO	0.03	Kurşunlu frit	3.9	
				100	
	Al ₂ O ₃	0.4	CuCO ₃	0.8	
			SnO ₂	1	
SiO ₂	3.8	Fe ₂ O ₃	0.5		
SY5	Seğer Formülü		Harman (%)		 Y.III.İnd.AR1 Y.III.İnd.R1
	K ₂ O	0.2	Ortoklas	36.88	
	Na ₂ O	0.2	Kalsine soda	5.45	
	CaO	0.55	Kristalboraks	5.7	
	ZnO	0.05	Wollastonit	21.16	
			Çinko oksit	1.34	
	Al ₂ O ₃	0.3	Kaolen	8.56	
			Kuvars	20.9	
				100	
	SiO ₂	3	CuO	0.5	
	B ₂ O ₃	0.09	SnO ₂	1	
		Rutil	0.5		

SY6	Seger Formülü		Harman (%)		 Y.III.İnd.R2	 Y.III.İnd.AR3
	K ₂ O	0.3	Ortoklas	51.56		
	Na ₂ O	0.2	Kalsine soda	6.1		
	CaO	0.3	Üleksit	3.2		
	BaO	0.2	Viterit	12.18		
			Wollastonit	9.75		
	Al ₂ O ₃	0.3	Kuvars	17.21		
				100		
	SiO ₂	3	CuCO ₃	0.5		
	B ₂ O ₃	0.07	SnO ₂	2		
SY7	Seger Formülü		Harman (%)		 Y.III.İnd.AR3	 Y.III.İnd.R3
	K ₂ O	0.3	Ortoklas	49.56		
	Na ₂ O	0.15	Kalsine soda	4.41		
	CaO	0.5	Kristalboraks	1.14		
	ZnO	0.05	Çinko oksit	1.2		
			Wollastonit	17.23		
	Al ₂ O ₃	0.38	Kaolen	6.13		
			Kuvars	20.32		
	SiO ₂	3.6		100		
	B ₂ O ₃	0.02	CuCO ₃	0.7		
		SnO ₂	1			
SY8	Seger Formülü		Harman (%)		 Y.III.İnd.R1	 Y.III.İnd.AR1
	K ₂ O	0.2	Albit	45.39		
	Na ₂ O	0.3	Potas	8		
	CaO	0.5	Kolemanit	0.6		
			Wollastonit	16.41		
	Al ₂ O ₃	0.3	Kuvars	29.63		
				100		
	SiO ₂	4	CuCO ₃	0.8		
	B ₂ O ₃	0.015	SnO ₂	1		
	SY9	Seger Formülü		Harman (%)		
K ₂ O		0.3	Ortoklas	55.46		
Na ₂ O		0.25	Kalsine soda	8.46		
CaO		0.25	Üleksit	2.46		
ZnO		0.2	Çinko oksit	5.39		
			Wollastonit	8.87		
Al ₂ O ₃		0.3	Kuvars	19.35		
				100		
SiO ₂		3				
B ₂ O ₃		0.05	CuCO ₃	0.8		
		SnO ₂	1			

SY10	Seğer Formülü		Harman (%)		 Y.III.İnd.AR2	 Y.III.İnd.R1
	K ₂ O	0.4	Ortoklas	60.73		
	Na ₂ O	0.2	Kalsine soda	5.79		
	CaO	0.2	Kolemanit	2.25		
	BaO	0.2	Viterit	10.76		
			Wollastonit	5.07		
	Al ₂ O ₃	0.4	Kuvars	15.4		
				100		
	SiO ₂	3.5	CuCO ₃	0.5		
	B ₂ O ₃	0.06	SnO ₂	2		
SY11	Seğer Formülü		Harman (%)		 Y.III.İnd.AR1	 Y.III.İnd.R1
	K ₂ O	0.1	Ortoklas	15.2		
	Na ₂ O	0.2	Albit	28.65		
	CaO	0.7	Kolemanit	1.87		
			Kalsit	18.21		
	Al ₂ O ₃	0.4	Kuvars	36.1		
				100		
	SiO ₂	4	CuCO ₃	0.8		
	B ₂ O ₃	0.05	SnO ₂	1		
	SY14	Seğer Formülü		Harman (%)		
K ₂ O		0.4	Ortoklas	66.68		
Na ₂ O		0.1	Kalsine soda	12.54		
CaO		0.45	Kristalboraks	0.63		
BaO		0.05	Viterit	2.95		
			Wollastonit	15.65		
Al ₂ O ₃		0.42	Kaolen	1.55		
				100		
SiO ₂		2.89	CuCO ₃	0.8		
B ₂ O ₃		0.011	SnO ₂	1		
SY15	Seğer Formülü		Harman (%)		 Y.III.İnd.AR2	 Y.III.İnd.R3
	K ₂ O	0.4	Ortoklas	66.33		
	Na ₂ O	0.1	Kalsine soda	2.85		
	CaO	0.5	Kristalboraks	1.14		
			Wollastonit	17.3		
	Al ₂ O ₃	0.44	Kaolen	3.08		
			Kuvars	9.3		
				100		
	SiO ₂	3.5	CuCO ₃	0.8		
	B ₂ O ₃	0.02	SnO ₂	1		
		Fe ₂ O ₃	0.5			

SY15b	<p>Seğer Formülü</p> <table border="1"> <tbody> <tr><td>K₂O</td><td>0.4</td></tr> <tr><td>Na₂O</td><td>0.1</td></tr> <tr><td>CaO</td><td>0.4</td></tr> <tr><td>BaO</td><td>0.1</td></tr> <tr><td>Al₂O₃</td><td>0.35</td></tr> <tr><td>SiO₂</td><td>3</td></tr> <tr><td>B₂O₃</td><td>0.015</td></tr> </tbody> </table>	K ₂ O	0.4	Na ₂ O	0.1	CaO	0.4	BaO	0.1	Al ₂ O ₃	0.35	SiO ₂	3	B ₂ O ₃	0.015	<p>Harman (%)</p> <table border="1"> <tbody> <tr><td>Ortoklas</td><td>62.83</td></tr> <tr><td>Kalsine soda</td><td>3.42</td></tr> <tr><td>Potas</td><td>2.22</td></tr> <tr><td>Kolemanit</td><td>0.66</td></tr> <tr><td>Viterit</td><td>6.36</td></tr> <tr><td>Wollastonit</td><td>14.61</td></tr> <tr><td>Kuvars</td><td>9.88</td></tr> <tr><td></td><td>100</td></tr> <tr><td>CuCO₃</td><td>0.8</td></tr> <tr><td>SnO₂</td><td>2</td></tr> </tbody> </table>	Ortoklas	62.83	Kalsine soda	3.42	Potas	2.22	Kolemanit	0.66	Viterit	6.36	Wollastonit	14.61	Kuvars	9.88		100	CuCO ₃	0.8	SnO ₂	2	 <p>Y.III.İnd.AR1 Y.III.İnd.R2</p>						
K ₂ O	0.4																																										
Na ₂ O	0.1																																										
CaO	0.4																																										
BaO	0.1																																										
Al ₂ O ₃	0.35																																										
SiO ₂	3																																										
B ₂ O ₃	0.015																																										
Ortoklas	62.83																																										
Kalsine soda	3.42																																										
Potas	2.22																																										
Kolemanit	0.66																																										
Viterit	6.36																																										
Wollastonit	14.61																																										
Kuvars	9.88																																										
	100																																										
CuCO ₃	0.8																																										
SnO ₂	2																																										
SY16	<p>Seğer Formülü</p> <table border="1"> <tbody> <tr><td>K₂O</td><td>0.5</td></tr> <tr><td>CaO</td><td>0.45</td></tr> <tr><td>MgO</td><td>0.05</td></tr> <tr><td>Al₂O₃</td><td>0.47</td></tr> <tr><td>SiO₂</td><td>3.1</td></tr> <tr><td>B₂O₃</td><td>0.014</td></tr> </tbody> </table> <p>%</p> <table border="1"> <tbody> <tr><td>1</td><td>2 CuCO₃ 1 SnO₂</td></tr> <tr><td>2</td><td>0.2 CuCO₃ 2.5 SnO₂</td></tr> <tr><td>3</td><td>0.7 CuCO₃ 1 SnO₂ 1 kemik külü</td></tr> <tr><td>4</td><td>0.7 CuCO₃ 5 SnO₂</td></tr> <tr><td>5</td><td>0.5 Fe₂O₃ 1 SnO₂</td></tr> </tbody> </table>	K ₂ O	0.5	CaO	0.45	MgO	0.05	Al ₂ O ₃	0.47	SiO ₂	3.1	B ₂ O ₃	0.014	1	2 CuCO ₃ 1 SnO ₂	2	0.2 CuCO ₃ 2.5 SnO ₂	3	0.7 CuCO ₃ 1 SnO ₂ 1 kemik külü	4	0.7 CuCO ₃ 5 SnO ₂	5	0.5 Fe ₂ O ₃ 1 SnO ₂	<p>Harman (%)</p> <table border="1"> <tbody> <tr><td>Ortoklas</td><td>79.1</td></tr> <tr><td>Potas</td><td>1.25</td></tr> <tr><td>Kolemanit</td><td>0.6</td></tr> <tr><td>Kalsit</td><td>13.3</td></tr> <tr><td>Talk</td><td>1.9</td></tr> <tr><td>Kuvars</td><td>3.9</td></tr> <tr><td></td><td>100</td></tr> <tr><td>CuCO₃</td><td>0.8</td></tr> <tr><td>SnO₂</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	Ortoklas	79.1	Potas	1.25	Kolemanit	0.6	Kalsit	13.3	Talk	1.9	Kuvars	3.9		100	CuCO ₃	0.8	SnO ₂	1	 <p>Y.II.İnd. Y.II.İnd. Y.III.İnd.AR2 Y.III.İnd.R1 Y.III.İnd.R3(tek CuCO₃) Y.III.İnd.R2 1.Y.III.İnd.R2 2.Y.III.İnd.AR2 3.Y.III.İnd.AR2 4.Y.III.İnd.R2 5.Y.III.İnd.R2</p>
K ₂ O	0.5																																										
CaO	0.45																																										
MgO	0.05																																										
Al ₂ O ₃	0.47																																										
SiO ₂	3.1																																										
B ₂ O ₃	0.014																																										
1	2 CuCO ₃ 1 SnO ₂																																										
2	0.2 CuCO ₃ 2.5 SnO ₂																																										
3	0.7 CuCO ₃ 1 SnO ₂ 1 kemik külü																																										
4	0.7 CuCO ₃ 5 SnO ₂																																										
5	0.5 Fe ₂ O ₃ 1 SnO ₂																																										
Ortoklas	79.1																																										
Potas	1.25																																										
Kolemanit	0.6																																										
Kalsit	13.3																																										
Talk	1.9																																										
Kuvars	3.9																																										
	100																																										
CuCO ₃	0.8																																										
SnO ₂	1																																										
SY16b	<p>Seğer Formülü</p> <table border="1"> <tbody> <tr><td>K₂O</td><td>0.5</td></tr> <tr><td>CaO</td><td>0.45</td></tr> <tr><td>PbO</td><td>0.05</td></tr> <tr><td>Al₂O₃</td><td>0.47</td></tr> <tr><td>SiO₂</td><td>3.1</td></tr> <tr><td>B₂O₃</td><td>0.014</td></tr> </tbody> </table>	K ₂ O	0.5	CaO	0.45	PbO	0.05	Al ₂ O ₃	0.47	SiO ₂	3.1	B ₂ O ₃	0.014	<p>Harman (%)</p> <table border="1"> <tbody> <tr><td>Ortoklas</td><td>71.86</td></tr> <tr><td>Potas</td><td>1.13</td></tr> <tr><td>Kolemanit</td><td>0.52</td></tr> <tr><td>Viterit</td><td>2.95</td></tr> <tr><td>Kalsit</td><td>12.12</td></tr> <tr><td>Sülyen</td><td>3.14</td></tr> <tr><td>Kuvars</td><td>11.21</td></tr> <tr><td></td><td>100</td></tr> <tr><td>CuO</td><td>0.5</td></tr> </tbody> </table>	Ortoklas	71.86	Potas	1.13	Kolemanit	0.52	Viterit	2.95	Kalsit	12.12	Sülyen	3.14	Kuvars	11.21		100	CuO	0.5	 <p>Y.II.İnd. Y.II.İnd. Y.III.İnd.AR3 Y.III.İnd.R3</p>										
K ₂ O	0.5																																										
CaO	0.45																																										
PbO	0.05																																										
Al ₂ O ₃	0.47																																										
SiO ₂	3.1																																										
B ₂ O ₃	0.014																																										
Ortoklas	71.86																																										
Potas	1.13																																										
Kolemanit	0.52																																										
Viterit	2.95																																										
Kalsit	12.12																																										
Sülyen	3.14																																										
Kuvars	11.21																																										
	100																																										
CuO	0.5																																										

SY19	Seger Formülü		Harman (%)		 Y.III.İnd.R3  Y.III.İnd.AR2
	K ₂ O	0.25	Ortoklas	38.7	
	Na ₂ O	0.2	Kalsine soda	5.7	
	CaO	0.35	Kristalboraks	0.7	
	BaO	0.05	Wollastonit	11.3	
	ZnO	0.05	Viterit	2.7	
	PbO	0.1	Çinkoksit	1.13	
			Sülyen	6.4	
	Al ₂ O ₃	0.4	Kaolen	10.8	
			Kuvars	22.55	
			100		
		CuCO ₃	0.8		
		SnO ₂	1		
SK	Seger Formülü		Harman (%)		 Y.III.İnd.R3  Y.III.İnd.R3
	K ₂ O	0.22	Potas	6.13	
	Na ₂ O	0.11	Sodyumnitrat	3.8	
	PbO	0.66	Sülyen	30.8	
			Kaolen	20.84	
	Al ₂ O ₃	0.4	Kuvars	38.8	
				100	
			CuCO ₃	0.8	
			SnO ₂	1	
		SiO ₂	4		
SKf	Seger Formülü		Harman (%)		 Y.III.İnd.R3  Y.III.İnd.AR3
	K ₂ O	0.25	Potas	6.13	
	Na ₂ O	0.15	Sodyumnitrat	3.8	
	PbO	0.6	Kurşunlufrit	30.8	
			Kaolen	20.84	
	Al ₂ O ₃	0.46	Kuvars	38.8	
				100	
			CuCO ₃	0.8	
			SnO ₂	1	
		SiO ₂	4.6		
Skü	Seger Formülü		Harman (%)		 Y.III.İnd.R3  Y.III.İnd.R3
	K ₂ O	0.123	Ortoklas	17.7	
	Na ₂ O	0.114	Nefelinsyenit	17.7	
	CaO	0.763	Kemik külü	13.3	
			Mermer	15.9	
	Al ₂ O ₃	0.237	Kuvars	35.4	
				100	
			CuCO ₃	0.8	
			SnO ₂	1	
		SiO ₂	2.41		

**3.3. ÜÇ BOYUTLU FORMLAR ÜZERİNDE 1300°C-1350°C
SICAKLIKTA GELİŞEN BAKIR KIRMIZISI SIR UYGULAMALARI**



Resim 47: Bakır kırmızısı sırlı seramik form 20cm×25cm×17cm.



Resim 48: Bakır kırmızısı sırlı seramik formlar.



Resim 49: Bakır kırmızısı sırlı seramik pano, 15cmx44cm.



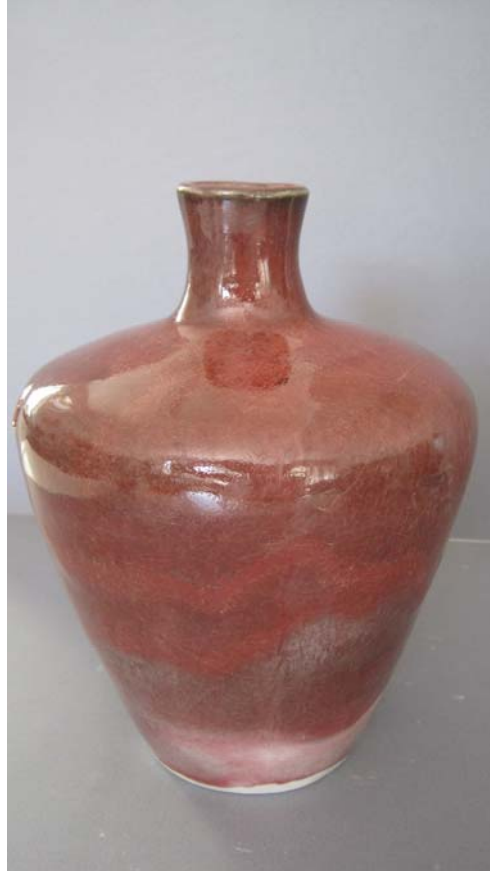
Resim 50: Bakır kırmızısı sırlı seramik form, 27cmx 9cmx 28cm.



Resim 51: Bakır kırmızısı sırlı seramik vazo, 26cmx18cm.



Resim 52: Bakır kırmızısı sırlı seramik formlar.



Resim 53: Bakır kırmızısı sırlı seramik vazo, 26cmx18cm.



Resim 54: Bakır kırmızısı sırlı seramik formlar



Resim 55: Bakır kırmızısı sırlı seramik formlar.

SONUÇ

Bakır kırmızısı sırlar, uzun tarihsel bir geçmişe sahip olan seramik sanatının önemli yapı taşlarındandır. En parlak dönemlerini 15. yüzyılda Çin’de Ming Hanedanlığı zamanında yaşamış olan bakır kırmızısı sırlar, İmparator Xuande döneminde öküz kanı kırmızısıyla zirveye oturmuştur. Daha sonra çeşitli nedenlere bağlı olarak ortadan kaybolan bu rengi, yeniden elde etmek için çalışma ve araştırmalar yapılmış, bakır kırmızısının çeşitleri olan “şeftali çiçeği pembe”, “langyao” kırmızı, “flambe” gibi renkler elde edilmiştir. Günümüzde de dönemin öküz kanı kırmızısına ulaşmak için çağdaş seramikçiler tarafından çalışmalar yapılmaktadır.

Güzel kırmızı elde edebilmek için, sır yapısı içindeki bakır taneciklerinin ince ve homojen bir kolloidal halinde yayılması gerekir. Bu yayılım sonucunda ışık tüm yönlere dağılarak, güzel kırmızı rengi verir. Güzel kırmızı oluşumunu olumlu ya da olumsuz etkileyen pek çok faktör mevcut olup, kırmızı kısa oluşum zaman aralığında meydana geldiğinden, tüm bu faktörler arasında hassas bir denge söz konusudur. Bu dengenin olumsuz ve farklı yönlere kayması sonucu “şeftali çiçeği”, “flambe”, “langyao” kırmızısı gibi çeşitli renkler, ya da kiremit kırmızısı, karaciğer kırmızısı, yeşil, mor, siyah, kahverengi gibi renkler elde edilir.

Literatür çalışmaları sonucunda, güzel bakır kırmızısı oluşumunu olumlu ya da olumsuz etkileyen çeşitli faktörler belirlenmiştir. Güzel kırmızı kabarcıklanmanın ve tabakalaşmanın az olduğu yarı saydam, akışkan, gözenekli, alkali-kalsiyum-silika yapısındaki sırlarla daha iyi elde edilir. Bakır taneciklerinin yoğunluğunun çok olduğu ya da yetersiz olduğu durumlarda ve sır kalınlığının aşırı olduğu veya ince olduğu durumlarda, iyi bir renk elde edilemez. Porselen bünye üzerinde daha canlı ve güzel kırmızılar oluşur. Pişirim koşulları tüm faktörlerin üzerinde belirleyici öneme sahip bir faktördür.

Çalışmaya düşük sıcaklıkta gelişen bakır kırmızısı sırların araştırılmasıyla başlanmıştır. Alkali-borlu-kurşunlu fritleştirilmiş sırların yanısıra, alkali-borlu ham sırlar uygulanmıştır. Sırlar fritli veya ham şekilde pekişmiş çamur ve limonish porselen bünye üzerine uygulandıktan sonra, 1000°C derecede yükseltgen pişirim yapılarak turkuaz ve mavi renkler elde edilmiştir. Ardından 560°C ve 860°C derece aralığında, çeşitli yöntemlerle indirgen pişirimler yapılmıştır. Sırların bazılarında geliştiriciler uygulanarak renk güçlendirilmeye çalışılmıştır. İndirgen pişirimler yanmamış gaz, çıra, yağ kavak, sagar içerisinde kömür tozu ile gerçekleştirilmiştir.

Alkali-borlu-kurşunlu fritleştirilmiş sırlar daha kolay lüsterleşmiş, diğer alkali-borlu sırlar bordo renkler vermiştir. Kurşunlu ham sırlarda, kurşunun indirgenmesinden dolayı siyahlaşma görülmüştür.

İndirgemenin yetersiz olduğu durumlarda, özellikle kalın uygulanan sırlarda indirgeme gerçekleşmeyerek, kırmızı renkler elde edilememiştir. İndirgemenin fazla olması halinde ise lüsterleşmeler görülmüştür.

Sagar kutusunda kömürle yapılan indirgemedede, 560°C derecede sırların tamamı indirgenmemiş, 860°C derecede sırların bir kısmı indirgense de sırlar matlaşmış ve karbondan dolayı siyahlaşmıştır. Çiğ gazla ve az çıra ile yapılan indirgen pişirimler daha parlak ve temizdir.

Yağ kavakla yapılan indirgen pişirim daha başarılı olmuş ve lüster etkileri az görülmüştür. Sırın inceldiği bölgelerde yakut lüsterleri ortaya çıkmıştır.

Pişmiş sırların üzerine geliştirici uygulandığında, sırların rengi daha koyulaşmış ve bazen de kararmıştır. Kalınlıktan dolayı indirgenmeyen sırın üzerine geliştirici uygulandığında, lüster bir tabaka elde edilmiştir.

Fritleştirilmemiş sırlarla yapılan uygulamaların bazılarında sır matlaşmış, bazılarında ise fritleştirilmiş olanlara göre az bir fark görülmüştür.

Fritleştirilmiş sırlarda kalay oksidin kullanılıp kullanılmaması, renk tonunda fark edilir bir değişiklik göstermemiştir.

Düşük sıcaklıklarda elde edilmiş olan bu sonuçlar, literatür sonuçlarıyla karşılaştırıldığında paralellikler göstermiş, bu sıcaklık aralığında güzel bir bakır kırmızısı elde etmenin zorluğu görülmüştür.

İkinci aşamada ise yüksek sıcaklıkta gelişen bakır kırmızısı sırlar araştırılmıştır. Yüksek sıcaklıkta gelişen sırlar, feldspatik karakterde olup, alkali-kalsiyum-silika yapısındadırlar. Sırların bir kısmında frit kullanılmış, bir kısmında kullanılmamıştır, bazıları da düşük sıcaklıkta gelişen sırların frit olarak kullanılmasıyla yapılmıştır. Çalışmalara 1300°C kadar yüksek sıcaklığa çıkabilecek kapasitede fırın yapılarak başlanmıştır. Yüksek sıcaklıkta gelişen bakır kırmızısı sırlar fritli veya ham şekilde, limonish, mont blanc 011 ve creaton 1100 porselenler üzerine uygulanmıştır. Sırların bir kısmı kuvars yoğunluklu astar üzerine uygulanmıştır. İndirgen pişirim 850°C dereceden başlayan, hafif indirgeme şeklinde devam eden çeşitli programlarla gerçekleştirilmiştir. 1300°C ve 1350°C sıcaklıklarda sırlar pişirilmiş, son yükseltgen pişirim çeşitli şekillerde gerçekleştirilmiştir.

Sır yapısı ve kalınlığı renk üzerinde önemli bir fark yaratmaktadır.

Yoğun kalsiyum oksit içeriği olan bazı sırlarda faz ayrımı oluşarak, “flambe” etkisi meydana gelmiştir.

Kuvarca yoğun astar üzerine uygulanan sırların akışkanlığı azalmış, yüzeyin yüksek bölgelerinde renk açılması görülmemiş ve hafif faz ayrımıyla mavi noktalar artarak, renkte daha koyuluk görülmüştür.

Kalın uygulanan sırlarda kabarcıklenme artmış, yoğun kabarcıklenme olan sırlarda, renk sulanarak pembeleşmiştir.

Vizkozitesi yüksek olan sırlarda kabarcıklenme ve iğne deliği etkisi daha çok görülmüştür.

Kemik külünün az kullanılmasıyla renk koyulaşmış, fazla kullanılmasıyla da bakırın buharlaşması artarak, faz ayrımıyla renkte mavimsi etki meydana gelmiştir.

Az kurşun kullanıldığında sır daha camsı olmuş, ancak renk solmuştur. Kurşunun çok olması durumunda ise, tamamiyle buharlaşmasından dolayı sır camlaşmamış ve kurşunun bakırı beraberinde sürüklemesi ile renk oluşmamıştır.

Bakır oksit bulunmayan demir oksitli sırda, renk seledon yeşili olmuştur.

Az demir oksit ve kalay oksit rengi canlandırmış, kalay oksidin çok fazla kullanımı ise rengi soldurmuştur.

Bakır oksidin fazla kullanılması ile renk pembeleşmiş, bakır oksit az kullanıldığında ise kalay oksitle güzel kırmızı vermiştir.

Sırın akışkan olduğu durumda, “lampwick” etkisi görülmüş, renk yüzeyin yüksek bölgelerinde beyazlaşmış, aşağı kısımlarda sırın kalınlaştığı bölgelerde koyulaşmıştır.

Çinko oksit ve magnezyum oksidin az kullanılması rengi etkilememiştir. Çinko oksit biraz fazla kullanıldığında renk solmuştur.

Frit kullanılan sırlarla kullanılmayanlar arasında son derece az fark görülmüştür.

Genel olarak pişirim programlarının tüm faktörler üzerinde etkili olduğu gözlenmiştir.

İndirgemenin yoğun olduğu durumlarda rengi koyulaştırdığı farkedilmiştir.

Yüksek pişirim dereceleri bakırın buharlaşmasını daha da artırarak, rengi soluklaştırmıştır. Alt raflarda sıcaklık daha yüksek olduğundan sırlar daha camsı elde edilmiş, buharlaşma artmasına bağlı olarak renk solgunlaşmıştır. Tasarımların dik yüzeylerinde buharlaşmadan dolayı, yaygın bir renk kaybı görülmüştür.

Pişirim sıcaklık derecelerinin yükselmesi camlaşmayı arttırarak, iğne deliği görünümünü azaltmıştır. Sırların tabakalaşmasından dolayı görünüm derinlik kazanmıştır.

Sırlarda re-oksidasyonun gerçekleşmesiyle sarı-yeşil renk hakim olmuş, sır içeriğine demir oksit ilave edildiğinde, bu renk ile seledon yeşilinin ayrımı zor olmuştur.

Pişirim ve soğuma programına bağlı olarak, sırlarda faz ayrımı sonucu taneciklerin çıplak gözle görülebildiği beneklenmeler oluşmuştur.

1300°C derecede fırından çıkarılan numunenin hızlı soğutulmasıyla, kırmızı rengin oluşmadığı görülmüş, diğer yandan fırında kalan numunenin olağan şekilde soğutulmasıyla da kırmızı rengin geliştiği görülmüştür.

İndirgeyici ajan olarak silisyum karbid ilave edilip yükseltgen ortamda pişirilmiş bakır kırmızısı sırlarla, başarılı sonuçlar elde edilememiştir. Sır rengi silisyum karbidin artmasıyla koyu yeşil renge dönüşmüştür.

Bu araştırmayla elde edilen tespitler, literatür taramaları sonucunda elde edilen bilgilerle örtüşmektedir. İyi bir bakır kırmızısı rengi elde etmek, uygun sıvı yapısı ve bünyenin varlığında, özel pişirim ortamlarında, yüksek dereceli sıcaklıklarda hafif indirgen pişirim uygulamaları ile yapılan çok sayıda deneme yanılma pişirimlerini kapsayan uzun bir süreçtir.

TABLO: KULLANILAN HAMMADDELERİN FORMÜLLERİ

Ortoklas.....	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2=556$
Albit.....	$Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2=524$
Nefelin syenit.....	$K_2O \cdot 3Na_2O \cdot 4Al_2O_3 \cdot 9SiO_2=1228$
Kristal boraks.....	$Na_2O \cdot 2B_2O_3 \cdot 10H_2O=382$
Kalsine soda.....	$Na_2CO_3=106$
Wollastonit.....	$CaO \cdot SiO_2=116$
Mermer, kalsit.....	$CaCO_3=100$
Viterit.....	$BaCO_3=197$
Kaolen.....	$Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O=258$
Sülyen.....	$Pb_3O_4=685.6$
Kuvars.....	$SiO_2=60$
Sodyum nitrat.....	$NaNO_3=85$
Potas.....	$K_2CO_3=138$
Talk.....	$3MgO \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O=378$
Kolemanit.....	$2CaO \cdot 3B_2O_3 \cdot 5H_2O=412$
Üleksit.....	$Na_2O \cdot 2CaO \cdot 5B_2O_3 \cdot 12H_2O=739$
Çinko oksit.....	$ZnO=81$
Borik asit.....	$B_2O_3 \cdot 3H_2O=124$
Magnezit.....	$MgCO_3=84$
Kemik külü.....	$Ca_3(PO_4)_2=310$
Kurşunlu frit.....	$PbO \cdot 1.1SiO_2=289$
Std. borax frit:.....	$0.033K_2O \cdot 0.33Na_2O \cdot 0.636CaO \cdot 0.173Al_2O_3 \cdot 0.636B_2O_3 \cdot 1.9SiO_2=235.08$

SÖZLÜK

Absorbsiyon: Emme

Devitrikasyon: Camlaşmama.

Diffüzyon: Yayılma.

Demir III oksit: Ferrik oksit Fe_2O_3 , demir iyonunun değerliğinin +3 olduğu oksit bileşimidir.

Demir II oksit: Ferrous oksit FeO , demir iyonunun değerliğinin +2 olduğu oksit bileşimidir.

Kolloidal hal: Bir maddenin çapının 10 \AA ile 1000 \AA arasında bulunan parçacıklara bölünmüş haline denir. İki faz halinde bekletilmeyele ayrılmayan yarı homojen, yarı saydam bir karışımdır.

Konsantrasyon: Koyulaştırma, yoğunlaştırma.

Bakır II oksit: Kuprik oksit CuO , bakır iyonunun değerliğinin +2 olduğu oksit bileşimidir.

Bakır I oksit: Kuprous oksit Cu_2O bakır iyonunun değerliğinin +1 olduğu oksit bileşimidir.

Kalay IV oksit: Stannik oksit SnO_2 kalay iyonunun değerliğinin +4 olduğu oksit bileşimidir.

Kalay II oksit: Stannous oksit SnO kalay iyonunun değerliğinin +2 olduğu oksit bileşimidir.

Polarizasyon: İki zıt kutba ayrılma.

KAYNAKÇA

KİTAPLAR

ARCASOY, Ateş; **Seramik Teknolojisi**, Birinci basım, Marmara Üniversitesi
Fakültesi Yayınları No: 2, İstanbul, 1983, 277 S.

BAİLEY, Michael; **Oriental Glazes**, A&C, London, 2004, 127 S.

BARBER, David Fance Frank, Ian Freestone, Moriyoshi Yusuke, Zhang Fukang,
Zhang Pushheng, Ed.: Rosemary E. Scott; **Chinese Copper Red Wares**,
Percival David Foundation of Chinese Art Monograph Series No. 3, Jolly &
Barber Ltd., Rugby, Warwickshire, 1992, 96 S.

CANKUT, Sezai; **Ekstraktif Metalurji Uygulaması; Bakır**, Dağ Matbaacılık
Kollektif şirketi, İstanbul, 1973, 198 S.

CONNELL, Jo; **Ceramic Surfaces**, Quarto Publihing plc, 2002, 160 S.

DALY, Greg; **Glazes and Glazing Techniques**, Kangaroo Press, Australia, 1995,
144 S.

EBERT, Max; **Chinarot**, ein Phanomen unter den alten chinesischen Glasuren
und desen Herstellung, 1961, 28 S.

FOURNIER, Robert; **Illustrated Dictionary of Practical Pottery**, A&C London,
1986, 314 S.

HAMER, Frank & Janet; **The Potter's Dictionary of Materials and Techniques**,
Philadelphia, 1997, 406 S.

HOPPER, Robin; **The Ceramic Spectrum**, Krause Publications, Wisconsin, 1984, 224 S.

İŞMAR, Faruk; **Seramik Teknolojisi Sır, Seramik Boyaları ve Seramik Dekorasyon Teknikleri**, İstanbul Devlet Taybiki Güzel Sanatlar Yüksek Okulu Teknik Yayınları Serisi 1, 1972, 105 S.

KILIÇ, Atilla Cengiz; “İndirgeme Sırların Araştırılması ve Uygulanması”, Yayınlanmamış Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Seramik Ana Sanat Dalı, 1992.

ÖZDEMİR, İbrahim; **Genel Anorganik ve Teknik Kimya**, Arı Kitabevi Matbaası, İst. 1970, 444 S.

PETERSON, Susan & Jan; **Seramik Yapıyoruz**, Çev. Sevim Çizer, Irmak Tasarım Matbaacılık Ltd.Şti., İzmir, 2009, 239 S.

RHODES, Daniel; **Clay and Glazes for the Potter**, Chiton Book Company, Pennsylvania, 1973, 330 S.

SANDERS, Herbert H.; **Glazes for Special Effects**, Watson-Guption Publications, New York, 1974, 150 S.

SEVİM, Kadir; “1200°C Sıcaklıkta Gelişebilen Bakır Kırmızısı Sırlar”, Yayınlanmamış Sanatta Yeterlilik Tezi, Anadolu Üni. Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2006.

TİCHANE, Robert; **Copper Red Glazes**, Krause Publication, Wisconsin, 1998, 275 S.

VAİNKER, Shelagh; **Chinese Pottery and Porcelain**, Reprinted, British Museum Press, London, 1997, 240 S.

WEYL, W. A.; **Coloured Glasses**, Richard Clay and Company, Ltd., Bungay, Suffolk, 1954, 541 S.

WOOD, Nigel; **Chinese Glazes**, University of Pennsylvania Press, Pennsylvania, 2000, 279 S.

DERGİLER

CANTRELL, Andy; “School and Beyond”, **Ceramics Monthly**, no: 5, May, 2000, 66 s.

CHANG, Chi-Tao; “Druken Beauty Chinese Copper Red Glaze”, **Ceramics Technical**, Sayı: 14, 2002, 85-87 s.

COX, David, “Dorothy Bearnson University of Utah Ceramics Pioneer”, **Ceramics Monthly**, no: 7, September, 1999, 60 s.

DAUER, Paul F.; “More than Clay”, **Ceramics Monthly**, no: 2, February, 1999, 39 s.

DAVID Hendley; “Simply Red”, **Ceramics Monthly**, no: 8, October, 1999, 66 s.

HOFFER, Erich; “China Red – New Findings”, **New Keramik, Knowledge & Skill**, Marz/April, 2002, 50-51 s.

MAMGREN, Rick; “My Way with Clay”, **Ceramics Monthly**, no: 8, October, 2000, 44 s.

NANCE, John; “Tom&Elaine Coleman”, **Ceramics Monthly**, no: 1, January, 2003, 48 s.

İNTERNET ADRESLERİ

Andaval Russell, <http://andavall.tripod.com/CopperRed.html>

Colemon Tom, www.studiopotter.org/articles/?art=art0003)

www.onetreehillpottery.com.au/Studio/Copper%20Red.htm)

www.cibasimpasti.com/.../Articoli/Reducing%20Copper%20Glaze.pdf-İtalya)

kateplows.net/.../The%20Ceramic%20İnsghits:%20of%20Pete%20Pinnell.pdf.)

www.gregdaly.com.au/gog.html)

www.prindlpottery.co.uk/

www.mynewsletterbuilder.com/email/.../1410349671

www.cibasimpasti.com/New

eloge.deart.canalblog.com

Kimi Masui, <http://www.kimimasui.com/studio.html>

Onlinelibrary.wiley.com ›...› Ceramics › Journal Home › Vol 42 Issue 11 Brown S. F. Ve Norton F. H., **Journal of the American Ceramic Society**, November 1959, 499-503 s.

www.ceramicstoday.com/articles/flambe_magic.htm

www.tiltonpottery.com/lc_copper.php

www.worthpoint.com/.../chinese-copper-red-glaze-art-pottery-teapot-set-

arts.cultural-china.com/en/31Arts2169.html

orientaldiscovery.com/20/html/2009102021134297-7367.html

elogedurouge.canalblog.com/archives/201101/.../20024451.html

members.shaw.ca/wolterspots/copper%20red.html

ceramicartsdaily.org/...glaze.../glaze...glaze.../techno-file-four-ways-to-red/

www.potterybybarisof.com/Copper_Ware_Gallery.html

bhcpottery.com/coper-red-firing-march-31-2011.html

www.christies.com/.../lot_details.aspx?...-Amerika Birleşik Devletleri

www.cayoncreekpotteryllc.com/pottery7.html

coffeepottery.com/j/sb.php

tomioceramics.com/1267/copper-red-teapot/

shop.clay-planet.com/flambe-red-cone-10-glaze.aspx

www.tomturnerpocelain.com/page011.html

www.teadust.com/gallery/mo/mo_ka_617.html

lizcrainceramics.com/?tag=copper-red-glaze
cantonart.org/ArtGateway/collection/t/turner-copperredglaze.html
reviews.ebay.com/Chinese-Underglaze-Copper-Red-Porcelain_
www.kassj.com/gardens/gardenart.html
www.kobachi.com/work.html
www.koh-antique.com/history/historyming2.html
www.robertcomptonpottery.com/Method-of-Gas-Firing-Pottery.html
arts.cultural-chine.com/en/31Arts8056.html
www.gooseneckpottery.com.au/images.htm
www.vases.biz/455911.php
www.custommade.com/...copper-red-glaze/.../CanyonCreekPotteryLLC
www.liveauctioneers.com/item/8048112
www.gslamps.com/copperred.htm
linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0022309386904254
www.21ceramics.com/glaze/hongyou_e.htm
www.freeforsusa.com/ceramics/hjorth.htm
books.google.com.tr/books?isbn=1856693546...
www.throwingsprouts.com/plant-pots.php
www.trocadero.com/heirloom47/items/.../item1055056store.html
pottersmarkltd.com/glaze.html
www.stowecraft.com/ctgy/burning-mud-pottery.html
www.cherricopottery.com/shop/
www.unityvillestudios.com/glazes.html
arthistory.wisc.edu/ah372/2009/fall/14.html
www.sothebys.com/app/live/lot/LotDetail.jsp?lot
khosking.awardspace.biz/salesgallery.html
www.sunridgepottery.com/frank.html
www.puckergallery.com/RoundVases.html
www.asia.siadu › Collections › Chinese Art
tomioceramics.com/1260/faceted-and-textured-bottles/
www.cspgfts.com/eagle.html
www.twenga.co.uk › ... › Arts and crafts › Ceramic glaze

www.chinapotteryonline.com/?cat=26
www.jonespottery.net/Art%20Pots.htm
ellisonbaypottery.wordpress.com/.../handmade-ceramics-and-pottery-on-etsy-bowl-by-ellisonbaypottery/
www.fireworkclayart.com/joseph_pottery_gallery.html
www.artgallery.nsw.gov.au/.../244-1997+plate-with-pale-blue-chun-glaze-and-copp
www.stephensell.com/porcelain.html
www.pottery.demon.co.uk/work/dfwork.html
www.britishstudiopottery.com/index_files/page0058.htm
www.johnoott.com/artist/sparrey%20peter/sparrey%20peter.php
www.zkgood.com/tag/in/
www.steveirvine.com/page4.html
www.byronarts.com/contemporary.htm
www.a-n.co.uk/interface/reviews/single/100463
www.simlai.com.vn/news/Products.asp?CAT_ID=4
www.britishmuseum.org › Explore › Highlights
puttgarden.com/crysta/friends/tom-turner/tom-turner.html
www.spearspottery.com/pastcollections.html
www.peterknicker.com/mywork.htm
ceramicartsdaily.otg/ceramics-monthly/bac

ÖZGEÇMİŞ

Adı, Soyadı: Nevcihan ÖZALP

Doğum yeri ve yılı: Denizli – 1958

Yabancı Dil: İngilizce

Eğitim:

Yüksek Lisans: 2004, Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Seramik Bölümü.

Lisans: 2001, Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik Bölümü.

1983, İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya Fakültesi.

İş Tecrübesi:

1986, Ege Plast Fabrikasında Kimya Mühendisi.

2003, Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik Bölümünde Öğretim görevlisi.

Mesleki Birlik/Dernek/Kuruluş Üyelikleri:

Kimya Mühendisleri Odası

Türk Seramik Derneği