

**ETİ MADEN BORİK ASİT VE BORAKS ATIKLARININ TRANSPARAN (SAYDAM)
SIR BÜNYELERİNDE KULLANIMI**
***THE USE OF ETI MADEN BORIC ACID AND BORAX WASTED IN TRANSPARENT
GLAZE STRUCTURES***

Beyza Nur KUM¹, Assoc Prof Leyla KUBAT²

Bilecik Şeyh Edebali University, Institute for Graduate Studies,
Department of Ceramics and Glass, Bilecik, Turkey
ORCID: ID/ 0000-0002-9061-4377

Bilecik Şeyh Edebali University, Fine Arts and Design Faculty,
Department of Ceramics and Glass, Bilecik, Turkey
ORCID: ID/ 0000-0002-4751-4055

ÖZET

Balıkesir- Bandırma bölgesi Eti Maden İşletmelerin de işlenen bor; dünyada en önemli hammadde kaynaklarından biri olup seramik, cam, temizlik malzemeleri ve tarım alanları gibi sanayinin birçok dalında kullanılmaktadır. Borun başlıca cam sanayisinde ve %13'lük kısmının da seramik sektöründe tercih edildiği bilinmektedir. Seramik sır ve çamur bünyelerinin oluşturulmasında bor hammaddesinin; üleksit, kolemanit, tinkal, borik asit, boraks ve boraks dekahidrat gibi birçok türü kullanılmaktadır. Seramik ve cam üretiminde kullanılan bor, bağlayıcılığı ve ergiticiliği yüksek olduğundan akışkanlığı ve yüzey gerilimini düşürerek fiziksel ve kimyasal darbelere karşı direnç kazandırmaktadır.

Günümüzde seramik sırlarının hazırlanmasında tercih edilen hammaddelerin maden rezervlerinin azalmasından nedeni ile seramik hammaddesi olarak kullanılabilir fabrika atıklarının değerlendirilmesi önem kazanmıştır. Bu çalışmada da Eti Maden Bandırma bor ve asit fabrikası işletmesinden borik asit ve boraks temin edilmiştir. Üç farklı seramik çamur bünyesi üzerinde, ergitici olarak borik asit ve boraks kullanımı ile 1000°C ve 1200°C sıcaklıklarda transparan (saydam) sır reçeteleri oluşturulmuştur. Denemeler sonucunda seçilen transparan (saydam) sır reçetelerine % 3-5-7 gr bakır oksit, kobalt oksit, mangan oksit ve demir oksit ilave edilerek renkli sır bileşenleri elde edilmiştir. Araştırmanın sonucunda, sanatsal seramik çalışmalarda kullanımı açısından denemeler yapılmış ve olumlu sonuçların borik asit ve boraks transparan (saydam) sır bünyelerinde kullanılabileceği görülmüştür.

Anahtar kelime: Seramik sır, bor, atık

ABSTRACT

Boron processed in Balıkesir- Bandırma region Eti Maden Enterprises is one of the most important raw material sources in the world and it is used in many branches of industry such as ceramics, glass, cleaning materials and agricultural areas. It is known that boron is preferred mainly in the glass industry and in the ceramic industry around %13. In the formation of ceramic glaze and mud bodies; many types of boron raw material such as ulexite, colemanite, tincal, boric acid, borax and borax decahydrate are used. Boron, which is used in the production of ceramics and glass, provides resistance against physical and chemical impacts by reducing its fluidity and surface tension, since its binding and fusing are high.

Due to the decrease in the mineral reserves of the raw materials preferred in the preparation of ceramic glazes, the reevaluation of factory wastes that can be used as ceramic raw materials has gained importance. In this study, boric acid and borax were obtained from Eti Maden

Bandırma boron and acid factory. Transparent glaze recipes were created at 1000°C and 1200°C temperatures by using boric acid and borax as melters on three different ceramic mud bodies. Color glaze components were obtained by adding %3-5-7 g of copper oxide, cobalt oxide, manganese oxide and iron oxide to the transparent glaze recipes selected as a result of the trials. As a result of the research, experiments were made in terms of its use in artistic ceramic works and it was seen that positive results could be used in boric acid and borax transparent glaze bodies.

Keyword: Ceramic glaze, boron, waste

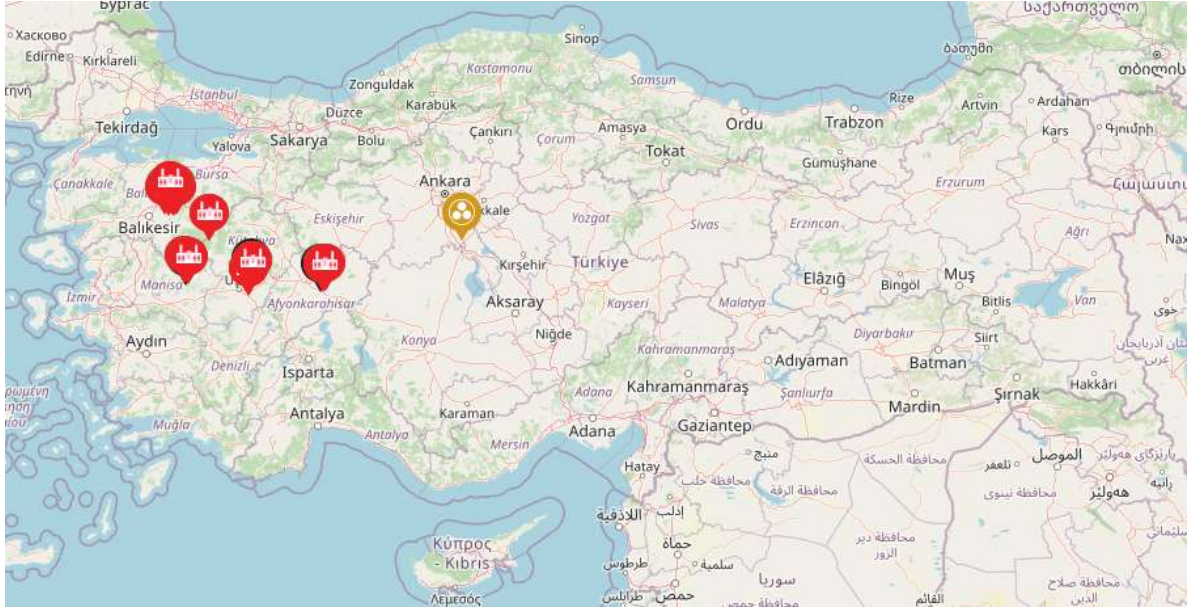
GİRİŞ

Bor tarihi çok eskilere dayanan önemli bir hammadedir. 4000 yıl önce ilk kez Tibet göllerinin sığ kesimlerinde bulunmuş ve Himalaya'lar üzerinden Hindistan'a ve oradan da Mezopotamya'ya ithal edilmiştir. Avrupa'ya Tibet'ten Marko Polo tarafından getirildiği tahmin edilen bor madenin adı; Arapça Buraq veya Farsça Burah kelimesinden geldiği ve "boorak", "bayrach" ve "borar" gibi isimlerin de kullanıldığı düşünülmektedir. Günümüzde boraks; "Uzakdoğu" anlamına gelen "tinkar" sözcüğüyle eş anlamlı olan "Tinkal" ismiyle de kullanılmaktadır. Ayrıca bor'u; Babiller altın elde ediniminde, Çinliler seramik ve cam yapımında, Mısırlılar mumyalamada, Romalılar cam yapımında, antik çağlarda Etiler ve Sümerliler altın ve gümüş işlemeciliğinde, Eski Yunan ve Romalılar arena temizliğinde, 875 yılında Araplar bor tuzlarından ilaç elde etmek için ve 1852 yılında Şili'de ise ilk boraks madenciliği olarak sanayi hammaddesi şeklinde kullanılmıştır.

Bor kullanıldığı alanlar bakımından geniş bir yapıya sahip olup, bununla beraber dünyada ki % 73'lük kısmının Türkiye'de bulunması sonucunda dünyada birinci sıradadır.

Cumhuriyet'in ilanında sonra Gazi Mustafa Kemal Atatürk'ün gelecek vizyonu doğrultusunda kurulan Etibank ile ülkemizdeki madencilik faaliyetleri yürütülmeye başlanmıştır. 1998 yılındaki yapılandırma ile Eti Holding A.Ş. adını alan kurum 2004 yılında tekrar yapılandırılarak Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü adını almıştır (<https://www.etimaden.gov.tr/tarihce>).

Balıkesir-Bandırma bölgesinde bulunan Eti Maden İşletmeleri Türkiye'de bor madenlerinin işlenmesi, ithalatı ve ihracatını gerçekleştirmektedir. Türkiye'de tinkal hammadde yatakları Eskişehir-Kırka'da, kolemanit hammadde yatakları ise Balıkesir-Bigadiç, Kütahya-Emet ve Bursa-Kestelek'te, üleksit hammadde yatağı ise Balıkesir-Bigadiç'te bulunmaktadır.



Resim 1: Bor Maden Haritası.

<https://www.etimaden.gov.tr/> (Erişim 2023)

Türkiye’de seramik sektöründe sır hammaddeleri ve çamur bünyeleri içerisinde önemli rol oynayan bor madenin 230’den farklı başka türleri de bulunmaktadır. Borun kullanıldığı sektörler bakıldığında Seramik, cam, temizlik malzemeleri, tarım alanları, yalıtım, sağlık gibi pek çok alanda bulunurken, yüksek ısıya dayanıklılığından dolayı uzay ve havacılık sanayisinde de büyük ölçüde yer almaktadır. Ticari ve endüstriyel olarak bor mineralleri çeşitleri aşağıdaki tabloda verilmektedir.

ADI	FORMÜLÜ		% B ₂ O ₃
Tinkal (Ham Boraks)	Na ₂ O. 2B ₂ O ₃ . 10H ₂ O	(Na ₂ B ₄ O ₇ . 10H ₂ O)	36.
Tinkalkonit	Na ₂ O. 2B ₂ O ₃ . 5H ₂ O	(Na ₂ B ₄ O ₇ . 5H ₂ O)	47.8
Kernit	Na ₂ O. 2B ₂ O ₃ . 4H ₂ O	(Na ₂ B ₄ O ₇ . 4H ₂ O)	51.0
Üleksit	Na ₂ O. 2CaO. 5B ₂ O ₃ . 16H ₂ O	(Na ₂ Ca ₂ . B ₁₀ O ₁₃ . 16H ₂ O)	43.0
Kolemanit	2CaO. 3B ₂ O ₃ . 5H ₂ O	(CaB ₆ O ₁₁ . 5H ₂ O)	50.9
Meyerhofferit	2CaO. 3B ₂ O ₃ . 7H ₂ O	(CaB ₆ O ₁₁ . 7H ₂ O)	46.7
İnyoit	2CaO. 3B ₂ O ₃ . 13H ₂ O	(CaB ₆ O ₁₁ . 13H ₂ O)	37.6
Pandermit	4CaO. 5B ₂ O ₃ . 7H ₂ O	(Ca ₄ B ₁₀ O ₁₉ . 7H ₂ O)	50.0
Kumakovit	2MgO. 3B ₂ O ₃ . 15H ₂ O	(Mg ₂ B ₆ O ₁₁ . 15H ₂ O)	37.3
Borasit (Stasfurit)	6MgO. MgCl ₂ . 8B ₂ O ₃	(2Mg ₃ B ₈ O ₁₅ . MgCl ₂)	62.6
Datolit	CaB SiO ₄ (OH)		21.8
Sassolit	B(OH) ₃		56.3

Resim 2: Bor türleri (Gülaçtı, 1998, s.38).

Eti Maden İşletmelerinden elde edilen bor-boraks hammaddesi ile seramik bünye ve sırların elde edilmesinde pek çok araştırma yapılmaktadır. Üretim maliyetlerini düşürme ve çevreye duyarlı olabilmek adına atık malzemelerin kullanımı yoğun bir şekilde devam etmektedir. Bu nedenle; bu çalışmada da, üç farklı çamur bünyesinde Eti Maden borik asit ve boraks atıklarının 1000°C ve 1200°C sıcaklıklarda transparan (saydam) sır reçetelerinde değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

DENEYSSEL ÇALIŞMALAR

Sır, farklı sır hammaddelerin belli oranlardaki karışımlarının öğütülüp bisküvi pişirimi yapılmış olan seramik ürün üzerine uygulanarak belli sıcaklıklarda pişirilmesi ve seramik ürününün cama benzer bir tabaka ile kaplanmasıdır. (Genç-Kurt, 2017, s.189)

Saydam sırlar, uygulandığı bünyenin rengini, sır altında kullanılan renkleri, dekoru, dokuyu ve bunun gibi farklı özellikleri net olarak açığa çıkmasını sağlar ve sır pişirimine ve pişirme sıcaklığına bağlı olarak kısmen saydam bir yüzey özelliği gösterebilirler. (Taçyıldız, 2018, s.69)

Saydam bir sır tabakası oluşabilmesi için seçilen sır bileşiminin, üretim pişirim sıcaklıklarında tamamen eriyebilmesi, düşük bir viskozite ve yüzey gerilimine sahip olması, gaz kabarcıklarının bünyeyi tamamen terk edebilmesine elverişli olması ve soğutma sırasında hiçbir şekilde kristallenmenin oluşmaması gerekir. Bor trioksit ve kurşun oksit saydam sırlar için en uygun oksitlerdir. Saydam sırlar yüzeye gelen ışığı hava –sır ara yüzeyinden geçirirler. (Mete, 2020, s.286)

Bu çalışmada saydam sır yani transparan sır reçetesi elde etmek için eti madenden atık olarak elde edilen borik asit ve boraks haricinde kullanılmış ve bunun haricinde kullanılan diğer hammaddeler ise, sodyum feldispat, potasyum feldispat, kaolen, kuvars'tır. Bu hammaddelerin genel özellikleri şöyledir:

Sodyum feldispat ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$) bir diğer tanımla albitin erime sıcaklığı 1120°C olup, sırnın ergime ve bağlayıcılık özelliğini arttırmak için kullanılmaktadır. Bu hammadde endüstriyel seramik üretimindeki seramik sırlarında ve sanatsal seramik sırlarında uygulanmaktadır.

Bu çalışmada kullanılan diğer bir hammadde olan potasyum feldispat ve ortoklas olarak da bilinmektedir. $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ kimyasal formülü ile gösterilmektedir. Saf potasyum feldispatın erime sıcaklığı 1170°C ' dir. Ancak tam erime sıcaklığı 1280°C ' ye ulaşmaktadır (Arcasoy, 1988, s.16).

Potasyum feldispat seramik sanayinde ve sanatsal seramik sır yapımında çok miktarda camlaştırıcı olarak kullanılmaktadır.

Kimyasal formülü $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ olan saf kaolinin ergime derecesi 1760°C 'dir (Sevim, 2006 s.53). Kaolin sırnın bünyeye kolay uygulanmasını sağlar, sırda kristal büyümesini ve camlaşmayı azaltır, sırnın ergimiş haldeki viskozitesini arttırarak akışkanlığını düşürür. (Taçyıldız, 2018, s.20).

SiO_2 kimyasal formülü ile gösterilen kuvarsın erime noktası yaklaşık 1400°C 'dir (Doğan, 1985, s.36). Seramik sırlarının tümünde ortak oksit olan SiO_2 sırnın içinde, cam oluşumunu, seramik sırlarının fiziksel ve kimyasal özelliklerini büyük ölçüde etkiler, sırnın erimesini kontrol altında tutar (Arcasoy- Başkırkan, 2020, s.46-47).

Sodyum feldispat, potasyum feldispat, kaolen, kuvars malzemelerimizin haricinde denemelerimiz için kullandığımız hammaddeler atık borik asit ve boraktır. Saydam sır bir başka tanımla transparan sır elde edilmeye çalışılmıştır. Eti Maden İşletmelerinden elde edilen atık borik asit H_3BO_3 (ya da $\text{B}(\text{OH})_3$) atık borun zayıf bir asitidir ve beyaz toz halinde suda çözünebilir formda bulunur. Kolemanitin ($\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) sülfürik asit (H_2SO_4) çözeltisinde tepkimesi sonucu borik asit (H_3BO_3) oluşmaktadır

Suda ve gliserinde çözünen boraks ($\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{B}_2\text{O} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) alkolde çözünmez. Boraks 750°C sıcaklıkta erimeye başlar. Eridikçe kristal suyunu kaybeder. Sırlarda ergitici ve camlaşmayı sağlamak için kullanılır. Camlaşma yapısına sahip olan boraks bu nedenle sırnın viskozitesini düşürür. Sanatsal sırlar içinde önemli yere sahiptir. Boraks pişirildiğinde, 100°C sıcaklıkta erimeye başlar ve $1200\text{-}1300^\circ\text{C}$ sıcaklıklarda tamamen eriyerek camsı yapıya dönüşür (Genç, 2013, s.23).



Resim 3: Borik Asit Hammaddesi.
(Beyza Nur KUM arşiv, 2023)



Resim 4: Boraks Hammaddesi.
(Beyza Nur KUM arşiv, 2023)

Eti Maden İşletmelerinden elde edilen borik asit ve boraks ile hazırlanan deneme reçetelerde dördürlü sır sistemi kullanılmıştır.

Sırlar 100 gr üzerinden hazırlanmış olup, hammaddelerin her biri hassas terazide tartılıp 100gr su ile jet değirmende 20 dakika boyunca karıştırılmıştır.



Resim 5: Hammaddeleri öğütmek için kullanılan değirmen ve Hazırlanan sırlın daldırma yöntemi ile plakalara uygulanması (Beyza Nur KUM arşiv, 2022).

Kırmızı, şamotlu ve beyaz bünye ile hazırlanan deneme plakaları 950°C de bisküvi pişirimi gerçekleştirilip, hazırlanan sır reçeteleri daldırma yöntemi ile uygulanmıştır.

Denemeler 1000°C ve 1200°C sıcaklıkta fırınlanmak için eşit raf aralıkları ile doldurulmuştur.

Denemeler R-1'den R-12'ye kadar dördürlü sistemde deneme sır bileşimleri hazırlanmıştır.

Denemeler kırmızı, şamotlu ve beyaz olmak üzere üç farklı bünyede uygulanmıştır.












Resim 6: Sırlanan plakaların fırına yerleştirilmesi (Beyza Nur KUM arşiv, 2022).

BOR HAMMADDELİ REÇETE BİLEŞİMLERİ










Reçete No ve Bileşim (%)				
Hammadde	R-1	R2	R3	R4
Sodyum Feldispat	10	20	25	25
Kaolen	20	20	20	20
Kuvars	20	20	25	30
Borik Asit	50	40	30	25

Tablo 1: Bor Hammaddeli Reçete Bileşimleri.**BORİK ASİT HAMMADDESİNİN DÖRTLÜ SİSTEMDE DENEME SİR BÜNYELERİNİN PİŞME SONRASI YÜZEY GÖRÜNÜMLERİ (1000°C-1200°C)**

Kırmızı Bünye-1000°C	Şamotlu Bünye-1000°C	Beyaz Bünye-1000°C
 R-1	 R-1	 R-1
 R-2	 R-2	 R-2
 R-3	 R-3	 R-3



Tablo 2: Bor Hammaddeli Transparan (saydam) Sır Reçete Bileşimlerinin Sonuçları (1000°C).
(Beyza Nur KUM arşiv, 2022).

Kırmızı Bünye-1200°C	ŞamotluBünye-1200°C	Beyaz Bünye-1200°C
		
R-1	R-1	R-1
		
R-2	R-2	R-2
		
R-3	R-3	R-3



Tablo 3: Bor Hammaddeli Transparan (saydam) Sır Reçete Bileşimlerinin Sonuçları (1200°C).

(Beyza Nur KUM arşiv, 2022).

1000°C sıcaklıktaki deneme reçete bileşimlerinin sonuçları; R-1 reçetede %50 borik asit kullanılmıştır ve yarı opak görünümlü, toplanmalı etkilerin olduğu görülmektedir. R-2 reçetede ise %40 borik asit kullanılmıştır ve bünyeye tutunma özelliğın az olduğu ve mat görünümlü etkiler gözlemlenmiştir. R-3'te reçetede %30 borik asit kullanılmıştır. Kırmızı bünyedeki sır denemelerin sonuçlarında bünyeye tutunma özelliğın az olduğu ve mat görünümlü etkiler, şamotlu ve beyaz bünyede ise parlak- krakle etkili sonuçlar gözlemlenmiştir. R-4 deneme reçetede %25 borik asit kullanılmıştır ve denemelerin bünyeye tutunma özelliğın az olduğu ve mat yarı opak-krakle sır etkisi gözlemlenmiştir.













1200°C sıcaklıktaki deneme reçete bileşimlerinin sonuçları; Kırmızı, şamotlu ve beyaz bünye ile yapılan deneme plakalarında renk değışimleri görülmüştür. R-1 reçetenin sır denemelerinde görülen etkiler ise kırmızı bünyede transparan etki, şamotlu bünyede sır kalınlığının fazla olduğu yerlerde bor tülü oluşumu, beyaz bünyede hafif köpürme etkisi görülmektedir. R-2 reçete denemelerin sonuçlarında bünye ile sıranın birbirine uyumlu ve transparan (saydam) görünümlü sır etkilerin olduğu görülmektedir. R-3 deneme reçetelerinin kırmızı, şamotlu ve beyaz bünye ile yapılan deneme plakalarında renk değışimleri görülmüştür. Sır denemelerinde kırmızı ve beyaz bünyede transparan (saydam), şamotlu bünyede ise sıranın kalın olmasından kaynaklı olarak yarı opak toplanmalı sır etkileri gözlemlenmiştir. R-4 reçetenin kırmızı, şamotlu ve beyaz bünye ile yapılan deneme plakalarında renk değışimleri görülmüştür. Kırmızı, şamotlu ve beyaz bünyede transparan (saydam) sır etkilerin olduğu görülmektedir.

BOR HAMMADDELİ REÇETE BİLEŞİMLERİ













Reçete No ve Bileşim (%)				
Hammadde	R5	R6	R7	R8
Potasyum Feldispat	10	20	25	25
Kaolen	20	20	20	20
Kuvars	20	20	25	30
Borik Asit	50	40	30	25

Tablo 4: Bor Hammaddeli Reçete Bileşimleri.

**BORİK ASİT HAMMADDESİNİN DÖRTLÜ SİSTEMDE DENEME SİR
BÜNYELERİNİN PİŞME SONRASI YÜZEY GÖRÜNÜMLERİ (1000°C-1200°C)**

Kırmızı Bünye-1000°C	Şamotlu Bünye-1000°C	Beyaz Bünye-1000°C
 R-5	 R-5	 R-5
 R-6	 R-6	 R-6
 R-7	 R-7	 R-7
 R-8	 R-8	 R-8

Tablo 5: Bor Hammaddeli Transparan (saydam) Sır Reçete Bileşimlerinin Sonuçları (1000°C).
(Beyza Nur KUM arşiv, 2022).

Kırmızı Bünye-1200°C	Şamotlu Bünye-1200°C	Beyaz Bünye-1200°C
 R-5	 R-5	 R-5
 R-6	 R-6	 R-6
 R-7	 R-7	 R-7
 R-8	 R-8	 R-8

Tablo 6: Bor Hammaddeli Transparan (saydam) Sır Reçete Bileşimlerinin Sonuçları (1200°C).
(Beyza Nur KUM arşiv, 2022).

1000°C sıcaklıktaki deneme reçete bileşimlerinin sonuçları; R-5 reçetede %50 borik asit kullanılmıştır ve denemelerin sonuçlarında opak-parlak ve toplanmalı sır gözlemlenmiştir. R-6 reçetede %40 borik asit kullanılmıştır ve denemelerde yarı opak-parlak, toplanmalı sır olduğu görülmektedir. R-7 deneme reçetelerinde %40 borik asit kullanılmıştır ve denemelerin







sonuçlarında kırmızı bünyede mat opak-toplanmalı sır oluşup, şamotlu ve beyaz bünyede yarı opak-toplanmalı sır elde edildiği gözlemlenmektedir. R-8 deneme reçetelerinde %40 borik asit kullanılmıştır ve denemelerin sonuçlarında yarı opak-toplanmalı sır gözlemlenmiştir. 1200°C sıcaklıktaki deneme reçete bileşimlerinin sonuçları; Kırmızı, şamotlu ve beyaz bünye ile yapılan deneme plakalarında renk değişimleri görülmüştür. R-5 denemeli reçetenin sonuçlarında kırmızı ve beyaz bünyede transparan (saydam), şamotlu bünyede ise transparan (saydam) ve krakle sır olduğu gözlemlenmiştir. R-6 denemeli reçetelerin sonuçlarında ise transparan (saydam) sır olduğu gözlemlenmiştir. R-7 reçetede sonuçlarında transparan (saydam) sır elde edildiği gözlemlenmiştir. R-8 denemeli reçetenin sonuçlarında ise transparan (saydam) sır gözlemlenmiştir.







BOR HAMMADDELİ REÇETE BİLEŞİMLERİ

Reçete No ve Bileşim (%)				
Hammadde	R-9	R-10	R-11	R-12
Kaolen	20	20	20	20
Kuvars	20	20	20	20
Borik Asit	50	20	30	25
Boraks	10	40	30	35







Tablo 7: Bor Hammaddeli Reçete Bileşimleri

BORİK ASİT VE BORAKS HAMMADDELERİNİN DÖRTLÜ SİSTEMDE DENEME SIR BÜNYELERİNİN PİŞME SONRASI YÜZEY GÖRÜNÜMLERİ (1000°C-1200°C)

Kırmızı Bünye-1000°C	Şamotlu Bünye-1000°C	Beyaz Bünye-1000°C
 R-9	 R-9	 R-9
 R-10	 R-10	 R-10

		
R-11	R-11	R-11
		
R-12	R-12	R-12

Tablo 8: Bor Hammaddeli Transparan (saydam) Sır Reçete Bileşimlerinin Sonuçları (1000°C).
(Beyza Nur KUM arşiv, 2022).

Kırmızı Bünye-1200°C	Şamotlu Bünye-1200°C	Beyaz Bünye-1200°C
		
R-9	R-9	R-9
		
R-10	R-10	R-10



Tablo 9: Bor Hammaddeli Transparan (saydam) Sır Reçete Bileşimlerinin Sonuçları (1200°C).

(Beyza Nur KUM arşiv, 2022).

1000°C sıcaklıktaki deneme reçete bileşimlerinin sonuçları; R-9 reçetede %50 borik asit ve %10 boraks kullanılmaktadır ve denemelerin sonuçlarında kırmızı ve şamotlu bünyede sırn kalın geldiği yerlerde bor tülü oluşmakta olup beyaz bünyede transparan (saydam) sır gözlemlenmiştir. R-10 reçetede %20 borik asit ve %40 boraks kullanılmaktadır ve denemelerin sonuçlarında kırmızı bünyede sırn yoğun geldiği yerlerde bor tülü oluşumu görülmüş olup şamotlu bünyede toplanmalı-bor tülü, beyaz bünyede ise transparan (saydam)-krakle sır gözlenmiştir. R-11 reçetede %30 borik asit ve %30 boraks kullanılmaktadır ve denemelerde kırmızı ve şamotlu bünyede sırn kalın geldiği yerlerde bor tülü oluşmakta olup beyaz bünyede transparan (saydam)-krakle sır gözlemlenmiştir. R-12 reçetede %35 borik asit ve %25 boraks kullanılmaktadır ve denemelerin sonuçlarında transparan (saydam) sır olup şamotlu ve beyaz bünyede krakle elde edildiği gözlemlenmiştir.

1200°C sıcaklıktaki deneme reçete bileşimlerinin sonuçları; Kırmızı, şamotlu ve beyaz bünye ile yapılan deneme plakalarında renk değişimleri görülmüştür. R-9 deneme reçetelerinin sonuçlarında sırn kalın geldiği yerlerde bor tülü oluşumları görülmüştür. R-10 reçetede denemelerin sonuçlarında şamotlu bünyede transparan (saydam) krakle oluşumu gözlenmiş olup kırmızı ve beyaz bünyede sadece transparan (saydam) sır görünümleri olduğu gözlemlenmiştir. R-11 reçetede denemelerin sonuçlarında transparan (saydam) sır, şamotlu bünyede aynı zamanda krakle sır gözlemlenmiştir. R-12 reçetede denemelerin sonuçlarında transparan (saydam) sır, şamotlu bünyede ise krakle sır oluşumu da gözlemlenmiştir.

**BORİK ASİT HAMMADESİNİN DÖRTLÜ SİSTEMDE DENEME SİR
BÜNYELERİNİN RENKLENDİRİCİLERLE PİŞME SONRASI YÜZEY
GÖRÜNÜMLERİ (1000°C-1200°C)**




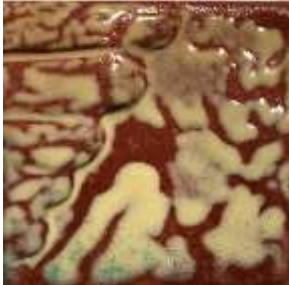





Reçete denemeleri sonucunda rastgele seçilen ‘‘R-1ve R-9’’ reçetelere %3-5-7 gram oranlarında mangan oksit, demir oksit, bakır oksit ve kobalt oksit ilave edilerek, renkli transparan (saydam) sır etkilerinin değerlendirilmesi yapılmıştır.

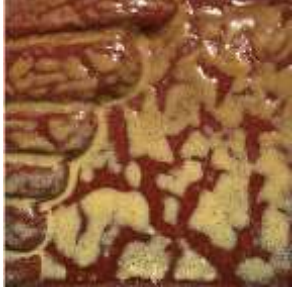


BOR HAMMADELİ REÇETE BİLEŞİMLERİ

Reçete No ve Bileşim (%)	
Hammadde	R-1
Sodyum Feldispat	10
Kaolen	20
Kuvars	20
Borik Asit	50

Tablo 10: Bor Hammaddeli Reçete Bileşimleri







**R-1 DENEME REÇETESİNİN DEMİR OKSİT İLE %1-3-5 ORANLARINDA
RENKLENDİRİLEREK SİR BÜNYELERİNİN PİŞME SONRASI YÜZEY
GÖRÜNÜMLERİ (1000°C -1200 °C)**




Kırmızı Bünye-1000°C	Şamotlu Bünye-1000°C	Beyaz Bünye-1000°C
		
R-1	R-1	R-1
Demir Oksit %1		
		
R-1	R-1	R-1
Demir Oksit %3		
		
R-1	R-1	R-1

		
R-1	R-1	R-1
Demir Oksit %5		

Tablo 11: Bor Hammaddeli Demir Oksit ile Renklendirilmiş Transparan (saydam) Sır Reçete Bileşimlerinin Sonuçları (1000°C), (Beza Nur KUM arşiv, 2022).

1000°C sıcaklıktaki deneme reçete bileşimlerinin sonuçları; R-1 deneme reçetesine ilave edilen demir oksitin %1-3-5 artan oranlarda sır bünyesinde krem renginden açık kahverengi tonlarına doğru renk verdiği ve seramik sanatsal sır etkilerinin olduğu gözlemlenmektedir.






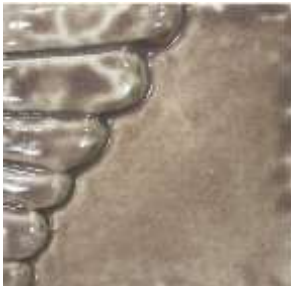
Kırmızı Bünye-1200°C	Şamotlu Bünye-1200°C	Beyaz Bünye-1200°C
		
R-1	R-1	R-1
Demir Oksit -% 1		
		
R-1	R-1	R-1
Demir Oksit %3		

		
R-1	R-1	R-1
Demir Oksit %5		

Tablo 12: Bor Hammaddeli Demir Oksit ile Renklendirilmiş Transparan (saydam) Sır Reçete Bileşimlerinin Sonuçları (1200°C), (Beyza Nur KUM arşiv, 2022).

1200°C sıcaklıktaki deneme reçete bileşimlerinin sonuçları; R-1 reçetenin demir oksit ilavesinde bor tülü etkiler gözlemlenmiştir ve beyaz bünyede sırnın renginin krem tonlarında olduğu görülmüştür.







R-1 DENEME REÇETESİNİN MANGAN OKSİT İLE %1-3-5 ORANLARINDA RENKLENDİRİLEREK SIR BÜNYELERİNİN PIŞME SONRASI YÜZEY GÖRÜNÜMLERİ (1000°C -1200 °C)

Kırmızı Bünye-1000°C	Şamotlu Bünye-1000°C	Beyaz Bünye-1000°C
		
R-1	R-1	R-1
Mangan Oksit %1		
		
R-1	R-1	R-1
Mangan Oksit %3		

		
R-1	R-1	R-1
Mangan Oksit %5		

Tablo 13: Bor Hammaddeli Mangan Oksit ile Renklendirilmiş Transparan (saydam) Sır Reçete Bileşimlerinin Sonuçları (1000°C), (Beyza Nur KUM arşiv, 2022).

1000°C sıcaklıktaki deneme reçete bileşimlerinin sonuçları; R-1 deneme reçetesine ilave edilen mangan oksitin %1-3-5 artan oranlarda sır bünyesinde bor tülü etkiler ve açık mavi, açık kahverengi tonlarına seramik sanatsal sır etkilerinin olduğu gözlemlenmektedir.



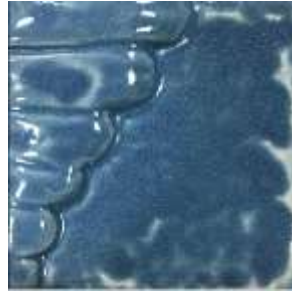
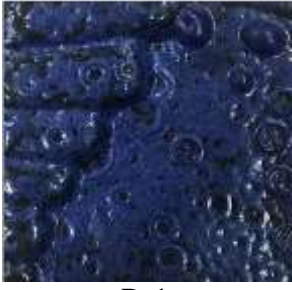
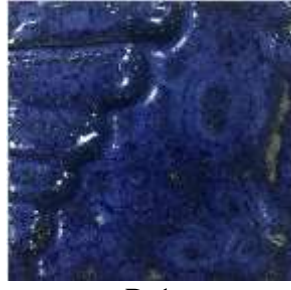

Kırmızı Bünye-1200°C	Şamotlu Bünye-1200°C	Beyaz Bünye-1200°C
		
R-1	R-1	R-1
Mangan Oksit %1		
		
R-1	R-1	R-1
Mangan Oksit %3		

		
R-1	R-1	R-1
Mangan Oksit %5		

Tablo 14: Bor Hammaddeli Mangan Oksit ile Renklendirilmiş Transparan (saydam) Sır Reçete Bileşimlerinin Sonuçları (1200°C), (Beyza Nur KUM arşiv, 2022).

1200°C sıcaklıktaki deneme reçete bileşimlerinin sonuçları; R-1 reçetenin mangan oksit ilavesinde bor tülü etkiler gözlemlenmiştir ve beyaz bünyede sırn renginin krem tonlarında olduğu görülmüştür.



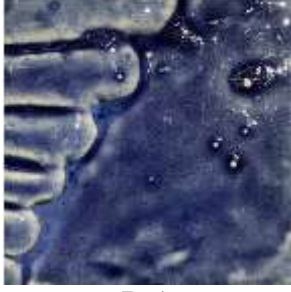



R-1 DENEME REÇETESİNİN KOBALT OKSİT İLE %1-3-5 ORANLARINDA RENKLENDİRİLEREK SIR BÜNYELERİNİN PİŞME SONRASI YÜZEY GÖRÜNÜMLERİ (1000°C -1200 °C)

Kırmızı Bünye-1000°C	Şamotlu Bünye-1000°C	Beyaz Bünye-1000°C
		
R-1	R-1	R-1
Kobalt Oksit %1		
		
R-1	R-1	R-1
Kobalt Oksit %3		

		
R-1	R-1	R-1
Kobalt Oksit %5		

Tablo 15: Bor Hammaddeli Kobalt Oksit ile Renklendirilmiş Transparan (saydam) Sır Reçete Bileşimlerinin Sonuçları (1000°C), (Beyza Nur KUM arşiv, 2022).

1000°C sıcaklıktaki deneme reçete bileşimlerinin sonuçları; R-1 reçetenin kobalt oksit ilavesinde mavi ve lacivert tonları gözlemlenmiştir.


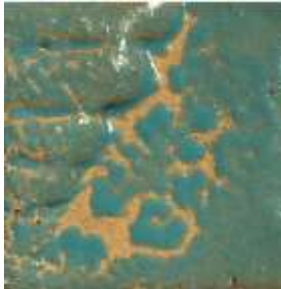



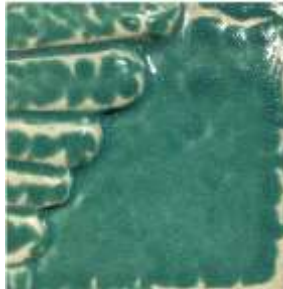
Kırmızı Bünye-1200°C	Şamotlu Bünye-1200°C	Beyaz Bünye-1200°C
		
R-1	R-1	R-1
Kobalt Oksit % 1		
		
R-1	R-1	R-1
Kobalt Oksit %3		

		
R-1	R-1	R-1
Kobalt Oksit %5		

Tablo 16: Bor Hammaddeli Kobalt Oksit ile Renklendirilmiş Transparan (saydam) Sır Reçete Bileşimlerinin Sonuçları (1200°C), (Beza Nur KUM arşiv, 2022).

R-1 reçetenin 1200°C sıcaklıkta kobalt oksit kullanılan sırda kırmızı bünye ile denenen sonuçlarında koyu lacivert sır gözlemlenmiştir. Şamotlu bünyede koyu mavi ve bazı bölgelerinde açık mavi tonlarında bor tülü oluşumları görülmüştür. Beyaz bünyede ise sırn renginin artan oranlarda kullanılmasından kaynaklı olarak açık maviden koyu mavi rengine doğru etkileri olduğu gözlemlenmiştir.

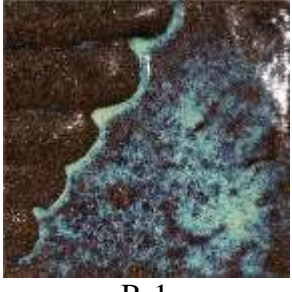




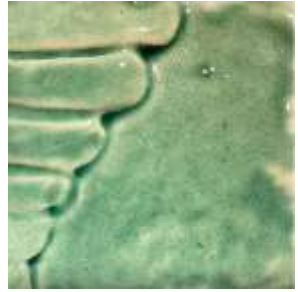
R-1 DENEME REÇETESİNİN BAKIR OKSİT İLE %1-3-5 ORANLARINDA RENKLENDİRİLEREK SIR BÜNYELERİNİN PIŞME SONRASI YÜZEY GÖRÜNÜMLERİ (1000°C -1200 °C)

Kırmızı Bünye-1000°C	Şamotlu Bünye-1000°C	Beyaz Bünye-1000°C
		
R-1	R-1	R-1
Bakır Oksit %1		
		
R-1	R-1	R-1
Bakır Oksit %3		

		
R-1	R-1	R-1
Bakır Oksit %5		

Tablo 17: Bor Hammaddeli Bakır Oksit ile Renklendirilmiş Transparan (saydam) Sır Reçete Bileşimlerinin Sonuçları (1000°C), (Beyza Nur KUM arşiv, 2022).

R-1 reçetenin 1000°C’de ki sıcaklıkta denemelerin sonucunda toplanmalı sanatsal sır efektleri görülürken, 1000°C sıcaklıkta kırmızı bünyede bakır oksit ilavesi ile turkuaz rengi, şamotlu ve beyaz bünyede petrol yeşili renginin tonları gözlemlenmiştir.

Kırmızı Bünye-1200°C	Şamotlu Bünye-1200°C	Beyaz Bünye-1200°C
		
R-1	R-1	R-1
Bakır Oksit %1		
		
R-1	R-1	R-1
Bakır Oksit %3		



Tablo 18: Bor Hammaddeli Bakır Oksit ile Renklendirilmiş Transparan (saydam) Sır Reçete Bileşimlerinin Sonuçları (1200°C), (Beyza Nur KUM arşiv, 2022).




R-1 reçetenin 1200°C sıcaklıkta bakır oksit kullanılan sırda kırmızı ve şamotlu bünye ile denenen sonuçlarında %1 oranında kullanılan bakır oksit sıran yoğun geldiği yerlerde toz mavi renge bor tülü oluşumları görülmekte olup beyaz bünyede toz mavi renge sır görülmüştür. %3 oranında kullanılan bakır oksit kırmızı bünyede transparan (saydam) sır, şamotlu bünyede açık yeşil, turkuaz ve bor tülü, beyaz bünyede ise su yeşili rengi gözlemlenmiştir. %5 oranında kullanılan bakır oksit kırmızı bünyede sıran yoğun geldiği bölgelerde koyu mavi renkleri görülmekte olup şamotlu bünyede koyu yeşil ve mavi bor tülü, beyaz bünyede ise koyu su yeşili renginin etkileri olduğu görülmektedir.







BOR HAMMADDELİ REÇETE BİLEŞİMLERİ

Reçete No ve Bileşim (%)	
Hammadde	R-9
Kaolen	20
Kuvars	20
Borik Asit	50
Boraks	10

Tablo 19: Bor Hammaddeli Reçete Bileşimleri




R-9 DENEME REÇETESİNİN DEMİR OKSİT İLE %1-3-5 ORANLARINDA RENKLENDİRİLEREK SIR BÜNYELERİNİN PİŞME SONRASI YÜZEY GÖRÜNÜMLERİ (1000°C -1200 °C)





Kırmızı Bünye-1000°C	Şamotlu Bünye-1000°C	Beyaz Bünye-1000°C
		
R-9	R-9	R-9

Demir Oksit %1		
		
R-9	R-9	R-9
Demir Oksit %3		
		
R-9	R-9	R-9
Demir Oksit %5		

Tablo 20: Bor Hammaddeli Demir Oksit ile Renklendirilmiş Transparan (saydam) Sır Reçete Bileşimlerinin Sonuçları (1000°C), (Beyza Nur KUM arşiv, 2022).

1000°C sıcaklıktaki deneme reçete bileşimlerinin sonuçları; R-9 reçetenin demir oksit sır denemelerinin sonuçlarında kırmızı, bordo ve krem renklerinde olduğu gözlemlenmiştir.




Kırmızı Bünye-1200°C	Şamotlu Bünye-1200°C	Beyaz Bünye-1200°C
		
R-9	R-9	R-9
Demir Oksit %1		

		
R-9	R-9	R-9
Demir Oksit %3		
		
R-9	R-9	R-9
Demir Oksit %5		

Tablo 21: Bor Hammaddeli Demir Oksit ile Renklendirilmiş Transparan (saydam) Sır Reçete Bileşimlerinin Sonuçları (1200°C), (Beyza Nur KUM arşiv, 2022).

1200°C sıcaklıktaki deneme reçete bileşimlerinin sonuçları; R-9 reçetenin demir oksit ilaveli sır denemelerinin sonuçlarında bor tülü etkili görülmüş olup bünyede krem ve kahverengi tonları gözlemlenmiştir.







R-9 DENEME REÇETESİNİN MANGAN OKSİT İLE %1-3-5 ORANLARINDA RENKLENDİRİLEREK SIR BÜNYELERİNİN PIŞME SONRASI YÜZEY GÖRÜNÜMLERİ (1000°C -1200 °C)




Kırmızı Bünye-1000°C	Şamotlu Bünye-1000°C	Beyaz Bünye-1000°C
		
R-9	R-9	R-9
Mangan Oksit %1		

		
R-9	R-9	R-9
Mangan Oksit %3		
		
R-9	R-9	R-9
Mangan Oksit %5		

Tablo 22: Bor Hammaddeli Mangan Oksit ile Renklendirilmiş Transparan (saydam) Sır Reçete Bileşimlerinin Sonuçları (1000°C), (Beyza Nur KUM arşiv, 2022).

1000°C sıcaklıktaki deneme reçete bileşimlerinin sonuçları; R-9 reçetenin mangan oksit ilaveli sır denemelerinin sonuçlarında bor tülü etkileri görülmüş olup bünyede krem ve kahverengi tonları gözlemlenmiştir.







Kırmızı Bünye-1200°C	Şamotlu Bünye-1200°C	Beyaz Bünye-1200°C
		
R-9	R-9	R-9
Mangan Oksit %1		
		
R-9	R-9	R-9

Mangan Oksit %3		
		
R-9	R-9	R-9
Mangan Oksit %5		

Tablo 23: Bor Hammaddeli Mangan Oksit ile Renklendirilmiş Transparan (saydam) Sır Reçete Bileşimlerinin Sonuçları (1200°C), (Beyza Nur KUM arşiv, 2022).

1200°C sıcaklıktaki deneme reçete bileşimlerinin sonuçları; R-9 reçetenin mangan oksit ilaveli sır denemelerinin sonuçlarında açık krem renginin tonları gözlemlenmiştir.

R-9 DENEME REÇETESİNİN KOBALT OKSİT İLE %1-3-5 ORANLARINDA RENKLENDİRİLEREK SIR BÜNYELERİNİN PIŞME SONRASI YÜZEY GÖRÜNÜMLERİ (1000°C -1200 °C)

Kırmızı Bünye-1000°C	Şamotlu Bünye-1000°C	Beyaz Bünye-1000°C
		
R9	R9	R9
Kobalt Oksit %1		
		
R9	R9	R9
Kobalt Oksit %3		

		
R9	R9	R9
Kobalt Oksit %5		

Tablo 24: Bor Hammaddeli Kobalt Oksit ile Renklendirilmiş Transparan (saydam) Sır Reçete Bileşimlerinin Sonuçları (1000°C), (Beza Nur KUM arşiv, 2022).

1000°C sıcaklıktaki deneme reçete bileşimlerinin sonuçları; R-9 reçetenin kobalt oksit ilaveli sır denemelerinin sonuçlarında mavi ve lacivert renginin tonları gözlemlenmiştir.







Kırmızı Bünye-1200°C	Şamotlu Bünye-1200°C	Beyaz Bünye-1200°C
		
R-9	R-9	R-9
Kobalt Oksit %1		
		
R-9	R-9	R-9
Kobalt Oksit %3		

		
R-9	R-9	R-9
Kobalt Oksit %5		

Tablo 25: Bor Hammaddeli Kobalt Oksit ile Renklendirilmiş Transparan (saydam) Sır Reçete Bileşimlerinin Sonuçları (1200°C), (Beyza Nur KUM arşiv, 2022).

1200°C sıcaklıktaki deneme reçete bileşimlerinin sonuçları; R-9 reçetenin kobalt oksit ilaveli sır denemelerinin sonuçlarında açık mavi ve koyu lacivert renginin tonları gözlemlenmiştir.

**R-9 DENEME REÇETESİNİN BAKIR OKSİT İLE %1-3-5 ORANLARINDA
RENKLENDİRİLEREK SIR BÜNYELERİNİN PIŞME SONRASI YÜZEY
GÖRÜNÜMLERİ (1000°C -1200 °C)**

Kırmızı Bünye-1000°C	Şamotlu Bünye-1000°C	Beyaz Bünye-1000°C
		
R-9	R-9	R-9
Bakır Oksit %1		
		
R-9	R-9	R-9
Bakır Oksit %3		

		
R-9	R-9	R-9
Bakır Oksit %5		

Tablo 26: Bor Hammaddeli Bakır Oksit ile Renklendirilmiş Transparan (saydam) Sır Reçete Bileşimlerinin Sonuçları (1000°C), (Beyza Nur KUM arşiv, 2022).

1000°C sıcaklıktaki deneme reçete bileşimlerinin sonuçları; R-9 reçetenin bakır oksit ilaveli sır denemelerinin sonuçlarında turkuaz ve petrol yeşili renginin tonları gözlemlenmiştir.

Kırmızı Bünye-1200°C	Şamotlu Bünye-1200°C	Beyaz Bünye-1200°C
		
R-9	R-9	R-9
Bakır Oksit %1		
		
R-9	R-9	R-9
Bakır Oksit %3		



Tablo 27: Bor Hammaddeli Bakır Oksit ile Renklendirilmiş Transparan (saydam) Sır Reçete Bileşimlerinin Sonuçları (1200°C), (Beyza Nur KUM arşiv, 2022).

1200°C sıcaklıktaki deneme reçete bileşimlerinin sonuçları; R-9 reçetenin bakır oksit ilaveli sır denemelerinin sonuçlarında açık yeşil renginin tonları gözlemlenmiştir.

ÜÇ BOYUTLU ÇALIŞMALAR

R-1, %1 bakır oksit ilaveli olan denemenin kırmızı bünye bünyesinde dikey form üzerinde kullanıldığında akışkan bir sır olduğu ve aktığı yerlerde biriken sıran bünyede turkuaz rengi gözlemlenmiştir. Diğer geri kalan yerlerde ise transparan (saydam) sır görülmüştür.



Resim 7: Kırmızı bünyenin sır pişirimi sonrası görüntüsü. (R-1 %1 bakır oksit, 1200°C), (Beyza Nur KUM arşiv, 2022)

R-1 ve R-9 olan denemelerin dikey form üzerinde kullanıldığında akışkan bir sır olduğu, R-1 %1 kobalt oksit, %3 kobalt oksit dokuların arasına girdiğinde yoğun mavi renk, %1 bakır oksit yoğun geldiği yerlerde yeşil renk görülmüştür. R-9 %1 demir oksit sırda transparan (saydam) sır olduğu gözlemlenmiştir.



Resim 9: Şamotlu bünyenin sır pişirimi sonrası görüntüsü. (R-1 %1-3 kobalt oksit, %1 bakır oksit,

R-9 %1 demir oksit, 1200°C), (Beyza Nur KUM arşiv, 2022)

R-9 %3 kobalt oksit dik form üzerinde mavi renk ve toplanmalı sır olarak gözlemlenmiştir.



Resim 11: Beyaz bünyenin sır pişirimi sonrası görüntüsü. (R-9 %3 kobalt oksit, 1000°C), (Beyza Nur KUM arşiv, 2022)

SONUÇ

Seramik sırları, endüstriyel ve sanatsal alanlarda kullanılmaktadır. Hazırlanan sırlar için hammaddeler kullanılmakta olup günümüzde maden rezervlerinin tükenme olasılığı veya maliyet oranlarının yükselmesinden kaynaklı olarak atık hammaddelerin kullanılabilirliği araştırılmaktadır. Bu sebeple fabrika atıklarının, seramik hammaddesi olarak da değerlendirilebilmesi önemli bir role sahiptir. Günümüzde, üretim maliyetlerinin düşürülmesi hedeflenirken doğa dostu kalabilmek için atık hammadde veya malzemeler değerlendirilmektedir. Araştırılması düşünülen bor atıklarının, seramik sır bünyelerinde kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi için Eti Maden borik asit ve boraks fabrika atıklarının transparan (saydam) sır bünyelerinde kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Hazırlanan sır reçete bileşimlerinde R-1'den R-12'ye kadar dörtlü sistemde deneme sır bileşimleri hazırlanmıştır. Denemeler kırmızı, şamotlu ve beyaz olmak üzere üç farklı bünyede uygulanmıştır. Deneme sonuçlarında transparan (saydam) sır elde edilmiştir. Bazı reçetelerin denemelerinde ise toplanmalı sır etkileri görülürken bazılarında da bor tülü etkiler olduğu gözlemlenmiştir. Rastgele seçilen R-1, R-9 reçetelerinde %1-3-5 oranında demir, mangan, kobalt, bakır oksit ilaveli denemeli sonuçlarında ise krem, kahverengi, mavi yeşil turkuaz renkleri görülürken bor tülü etkileri de görülmüştür.

Araştırmaların sonuçlarında Eti Maden borik asit ve boraks fabrika atıklarının değerlendirilerek elde edilen transparan (saydam) sırların seramik üretiminde ve sanatçının kendini ifade edebilmesi için kullanılabileceği önemli bir ifade biçimi olarak değerlendirilebileceğini önerilebilmektedir.

KAYNAKÇA

- Arcasoy, A. (1988), *Seramik teknolojisi*, İstanbul: Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anasanat Dalı Yayınları.
- Arcasoy, A., Başkırkan, H. (2020), *Seramik Teknolojisi*, İstanbul: Literatür Yayıncılık.
- Doğan, Ş. (1985), *Açıklamalı seramik teknolojisi*, İstanbul: Birsen Yayınevi.
- Eti Maden, (2019), *Borik asit ürün teknik bilgi formu*, 2023 tarihinde Eti Maden <https://www.etimaden.gov.tr/storage/pages/March2019/1-borik-asit1.pdf> adresinden alındı.
- Eti Maden. (2019). *Tarihçe*, 2023 tarihinde Eti Maden: <https://www.etimaden.gov.tr/tarihce> adresinden alındı.
- Genç, S. (2013), *Artistik seramik sırları sır sanatı*, İstanbul: Boyut Matbaacılık A.Ş.
- Genç, S., Kurt, T, (2017). Etibank bandırma boraks fabrikası atığının aventurin sır bünyelerinde alternatif hammadde olarak kullanımı. *SDÜ Art-E Güzel Sanatlar Fakültesi Sanat Dergisi*, 10(19), 189.
- Gülaçtı, N. (1998), *Üleksitin farklı sır bünyelerinde, farklı ısılarda, farklı pişirim ortamlarında etkisinin araştırılması ve artistik formlarda uygulanması*, Yüksek Lisans Tezi, YÖK veri tabanından erişildi (73435).
- Mete, Z. (2020), *Seramik kimyası*, İzmir: Tibyan Yayıncılık.
- Sevim, K. (2006), *1200°C sıcaklıkta gelişebilen bakır kırmızısı sırlar*, Sanatta Yeterlilik Tezi, YÖK veri tabanından erişildi (188622).
- Taçyıldız, E. (2018), *Seramik sırnın sırrı*, İstanbul: Hayalperest Yayınevi.
- Yenmez, N. (2009), Stratejik bir maden olarak bor minerallerin Türkiye için önemi. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi*, (19), 62.

İNTERNET KAYNAKÇASI

- Eti Maden. (2023), *Bor maden haritası*, 2023 tarihinde Eti Maden: <https://www.etimaden.gov.tr/>, adresinden alındı.