

KÂĞIT KATKILI ŞAMOTLU SERAMİK BÜNYELERE TUZ FIRINI UYGULAMASI VE KARAKTERİZASYONU

Özlem SAĞLIYAN SÖNMEZ¹, Nergis KILINÇ MİRDALI²,
Yusuf Ziya HALEFOĞLU³

Makale Bilgisi

Araştırma Makalesi

DOI: 10.35379/cusosbil.754074

Makale Geçmişi:

Geliş 17.06.2020

Düzeltilme 24.02.2021

Kabul 11.03.2021

Anahtar Kelimeler:

Kâğıt Katkılı Seramikler,

Tuz Sırları,

Şamotlu Çamur.

ÖZ

Seramik ürünler üzerinde tuz sırsı pişirimi uygulamaları, ilgi çekici görüntüler elde edilmesini sağlamaktadır. Diğer pişirim yöntemlerinden farklı olarak tuz sırsı uygulamaları, seramik ürünlerin fırına sırsız yerleştirilmesi ve 1200 °C sıcaklıkta tuzun fırın deliklerinden ürün üzerine atılarak ince sır tabakası oluşturulması ile elde edilir. Bu çalışmada şamotlu seramik çamuruna üç farklı oranda (ağırlıkça %5, %10, %15) kâğıt eklenerek deney tabletleri hazırlanmıştır. Hazırlanan deney tabletlerine 1200 °C sıcaklıkta odun yakıtı kullanılarak 12 saat tuz fırını pişirimi uygulanmıştır. Doğal soğuma süreci sonucunda elde edilen tuz sırlı ürünlerin mikroyapısı taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve kimyasal analizi enerji saçınımlı x-ışınları spektrofotometresi (EDS) ile incelenmiştir. Sonuç olarak, şamotlu çamura ilave edilen kâğıt miktarı arttıkça kuru küçülme, pişme küçülmesi ve su emme değerlerinin arttığı gözlenmiştir. Ayrıca 1200 °C'de tuz fırını uygulamasının %10 ve altındaki kâğıt katkılı şamotlu bünyeler için uygun olduğu gözlenmiştir.

SALT KILN APPLICATION TO PAPERCLAY CERAMIC BODIES WITH GROGGED CLAY AND CHARACTERIZATION

Article Info

Research Article

DOI: 10.35379/cusosbil.754074

Article History:

Received 17.06.2020

Revised 24.02.2021

Accepted 11.03.2021

Keywords:

Paper Clay Ceramics,

Salt Glazing,

Grogged Clay.

ABSTRACT

Salt glaze firing application on ceramic products provide interesting images. Unlike other firing methods, salt glaze application is obtained by placing ceramic products in the kiln without glaze and creating a thin layer of glaze by throwing salt into the product through the kiln holes at a temperature of 1200 °C. In this study, experimental bars were prepared by adding three different proportions (5%, 10%, 15% by weight) of paper to the grogged clay. Salt kiln firing application was carried out using wood fuel at 1200 °C on the experimental bars for 12 hours. Microstructural examinations obtained as a result of the natural cooling process were examined by scanning electron microscopy (SEM) and chemical analysis by energy scattering X-ray spectrophotometer (EDS). As a result, it was observed that as the amount of paper added to grogged clay increased, dry shrinkage, firing shrinkage and water absorption values increased. In addition, it has been observed that salt kiln application at 1200 °C is suitable for paper clay ceramic bodies with grogged clay of 10% and below.

¹ Öğr. Gör., Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Avanos MYO, El Sanatları Bölümü, ozlemsagliyan@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-8084-657X

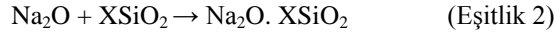
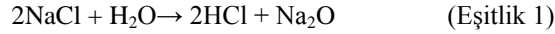
² Dr. Öğr. Üyesi, Çukurova Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik Bölümü, nkilinc@cu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0581-5914

³ Doç. Dr., Çukurova Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik Bölümü, yhalfoğlu@cu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9871-0956

Alıntılanak için/Cite as: Sağlıyan Sönmez, Ö., Kılınç Mirdalı, N., Halefoğlu, Y. Z. (2021), Kâğıt Katkılı Şamotlu Seramik Bünyelere Tuz Fırını Uygulaması Ve Karakterizasyonu, *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 30 (1), 34-44.

GİRİŞ

Seramik tuz pişirimi, hem sanatsal hem de kolay olarak uygulanabilen farklı bir seramik pişirme tekniğidir. Kimyasal olarak fırın içinde yüksek sıcaklıkla buluşan tuz (Sodyum Klorür), sodyum hidroksit ve hidroklorik asit buharına dönüşerek (Eşitlik 1) ürünlerin yüzeyini sarar ve seramik ürün yüzeyinde portakal kabuğu görünümünde bir doku oluşturur. Tuz kimyasal olarak, seramik bünye içindeki silika ve alüminyum ile reaksiyona girerek çok dayanıklı sodyum-alümina-silikat sırlarını (tuz sırlarını) oluşturur (Eşitlik 2). Tuzun etkisi yalnızca silisli tanecikler üzerinde gerçekleştiğinden, yüksek oranda silisli killer gereklidir (Mansfield, 1991, s. 46; Williams, 1972, s. 57). Tuz sırları seramik yüzeyde parlak camsı yapı oluşturur. Sır, renksiz veya kil içerisindeki metal oksitlerden kaynaklı kahverengi tonları (demir oksitten), mavi (kobalt oksitten) veya mor (manganez oksitten) renkte olabilir (Mansfield, 1992, s. 46). Canduran 2007'ye göre tuz sırlarının oluşumu sırasıyla Eşitlik 1 ve Eşitlik 2'deki reaksiyona göre gerçekleşir:



Tuz sırlarının tarihi 15.yy'a kadar uzanmaktadır ve Avrupa kökenli sırlar olarak bilinmektedirler. Özellikle Almanya'da yüksek sıcaklıkta pişirilen seramiklerde tuz fırını yöntemi sıkça uygulanmıştır. İlk örnekleri 15.yy sonları ve 16.yy başlarında, gözeneksiz, sert bünye üzerlerinde görülmektedir. Bu anlamda tuz sırları araştırmalarında Almanya Avrupa'da en önemli rolü üstlenmiştir (Birck, 2009, s. 1-6).

Almanya'dan sonra İngiltere'de ilk tuz sırlı seramiklerinin yapıldığı görülmektedir; fakat öncesinde zaten İngilizler Almanya'dan bu tarz seramikleri ithal etmektedirler. İngiltere'de endüstrinin gelişmesiyle birlikte, tuz sırlı seramik üretiminin ünlü seramik üretim merkezlerinin tümüne yayıldığı gözlenmektedir. John Dwight'tan sonra, endüstrileşme sürecinde 18.yy başlarında İngiltere fabrikalarında tuz sırlı seramikler sıklıkla üretilmeye başlamıştır (Williams, 1972, s. 31).

Almanya yaptığı tuz sırlı seramikleri Avrupa, Amerika ve Afrika'nın geri kalanına ihraç etmeye başlamıştır. Böylece hemen hemen her ülkede özellikle 19.yy boyunca, Birleşik Krallık'ta ve ABD'nin Kuzey Doğu Devletleri'nde tuz sırları ortaya çıkmıştır. 20.yy'a kadar Danimarka'da tuz sır geleneği yoktur. İlk deneyler 1930'larda Hermann ve Niels Kähler tarafından yapılmıştır ve 1947'de iyi sonuçlar ortaya çıkmıştır. Danimarka'da 1998'de Uluslararası Seramik Araştırma Merkezi kurulmuştur ve herkese çalışmalarını tuzla sırlama olanağı tanınmıştır (Birck, 2009, s. 1-6).

Tuz sırlarının Avrupa'da özellikle Almanya ve İngiltere'de bu denli yaygınlaşmasının en önemli nedeni de seramik üreticilerinin bu yöntemi, dayanıklı seramikler yapmada ucuz bir yol olarak görmeleridir (Er; Goodridge, 2014, s. 14).

Tuz sırlı pişirim, seramikte oldukça önemli bir yere sahiptir. Seramik pişirim yöntemlerinden farklı olarak, tuz sırlı pişiriminde seramik ürün sırlanmadan fırın içine ham ya da bisküvi pişirimi yapılmış olarak yerleştirilir (Daniel, 1957, s. 379).

Tuz sırlı pişirimi çok kolay bir uygulamadır. Önceden şekillendirilmiş ürünler kurutulur ya da bisküvi pişirimi yapılır ve tuz fırınına yerleştirilir sonra istenen sıcaklık elde edildiğinde, fırının içine tuz atılarak pişirim sonlandırılır. Bu işleme tuzlama denir ve 15-20 dakikalık aralıklarla tuzlama işlemi 5-6 kez yapılır. Gaz hâlinde buharlaşan tuz, seramik ürünlerin üzerine yapışarak sır gibi yüzeylerinin kaplanmasını sağlar. Bu nedenle "tuz sırlı" ismini almıştır.

"Paper Clay" Türkçede kâğıt katkılı seramik bünye olarak isimlendirilen karışımdır. Farklı seramik bünyelere farklı oranlarda ve türlerde kâğıtlar katılarak oluşturulur. Geleneksel seramik bünyelere göre kâğıt ilaveli seramik bünyelerde tuz fırını uygulamaları ile sanatsal açıdan özgün ve aynısı elde edilemeyen etkileyici görüntüler elde etmek mümkündür.

Kâğıt katkılı seramik bünyenin geçmişi tahmini olarak 45-50 yıl civarındadır. 1975'te Robert Roucsenberg bir proje için Hindistan'da olduğu sırada paçavra çamuru diye isimlendirilen bir malzeme kullanarak seramik bünyeye kâğıdı eklemiştir (Frisinger, 2012, s. 16). Hindistan'da yapılan bu çalışma ile birlikte kâğıt katkılı seramik bünyeler daha fazla kullanılmaya başlanmış ve gelişme kaydedilmiştir. Yakın zamanda da gelişen fiber (lif) takviyeli kil kullanımı da 1989 yılında araştırılmaya başlanmış ve 1990'ların başlarında bu araştırma Rosette Gault tarafından devam ettirilmiştir. Böylece yapılan bu çalışmalar ile günümüzde kâğıt hamurunun kil katkısı olarak kullanılması ile çömlek ve heykel formlarında önemli değişiklikler yapabilmek mümkün hâle gelmeye başlamıştır (Takka, 2014, s. 7).

Bu çalışmada kullanılan şamotlu çamur, kil ve şamot karışımından oluşur. Şamotlu çamurun pişme mukavemeti yüksektir. Pişme sonrası rengi beyazdan sarıya, griden kırmızıya kadar içerdiği demir miktarına bağlı olarak değişim göstermektedir (Acar, 2011, s. 10). Şamotlu çamurun kimyasal analizi % 53.95 SiO₂, % 42.15 Al₂O₃, % 1,54 TiO₂, % 1,25 Fe₂O₃, % 0,75 K₂O, % 0,18 MgO, % 0,13 CaO, % 0,05 Na₂O (Musil, Waltraud, 2014).

Kâğıt katkıli kil, sulu kilin kâğıt hamuru ile karıştırılmasıyla yapılmaktadır ve kâğıt hamurunu oluşturan kâğıt lifleri, kil içinde güçlü bir yapı oluşturur. Killer selüloz liflerine kıyasla küçüktür. Sulu kil ve kâğıt hamuru birbirine karıştığında kil plakaları, elyaf borulara kolayca yerleşir. Kâğıt lifleri tarafından oluşturulan "kılcal sistem", nemi her tarafa kolayca ve eşit bir şekilde transfer eder. Çalışmada kullanılan seramik çamurlarına ilave edilecek kâğıtların parçalara ayrılabilir olması için genellikle sıcak su ile ıslatılması ve bir karıştırma bıçağına sahip elektrikli bir açıcı yardımı ile karıştırma işleminin yapılması gerekir. Kâğıt liflerinin veya bitkisel malzemenin seramik çamuru içine katılması çok eskilere dayanır. Hindistan'da papier mache isimli bitki katkıli kilin kullanıldığı ve bu çamurlardan daha çok dinî ikonlar ve törensel nesnelere yapıldığı bilinmektedir. Ayrıca çeşitli arkeolojik verilere dayanarak Kolombiya'da erken dönemde çömlekçilikle uğraşanların kilin dayanıklılığını yükseltmek için içerisine sığır tüyü ilave ettikleri bilinmektedir (Gartside, 1993, s. 32; Gault, 2005, s. 11).

Kil kurudukça büyük çatlakların oluşması neredeyse imkânsızdır. Kâğıt katkıli seramik bünyeler ağırlıkça %50'ye kadar daha hafif olabilir (Holmes, 2000, s. 5-7).

Geleneksel seramik çamur bünyelerle karıştırılmak suretiyle atık durumdaki veya geri dönüşüme uğramamış kâğıt parçaları dayanıklılık, esneklik ve ağırlığı hafifletme amacıyla kullanılabilir.

Bu çalışmada farklı oranlarda kâğıt katkıli şamotlu seramik bünyeler üzerinde tuz sırları geliştirilmesi ve oluşan tuz sırlarının karakterize edilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Kâğıt katkıli şamotlu çamur bünyelerine ait reçeteler Tablo 1'de verilmiştir. Elde edilen reçeteler 1000 gr üzerinden tartılmış ve suda bekletilerek içerisinde bulunan kil plakalarının açılması sağlanmıştır. Şamotlu çamura ağırlıkça %5, % 10 ve % 15 oranlarında tuvalet kâğıdı ilave edilerek, yeni bünyeler oluşturulmuştur.

Tablo 1. Şamotlu Kâğıt Katkıli Çamur Reçeteleri (% Ağırlıkça)

Hammadde	KS ₅	KS ₁₀	KS ₁₅
Şamotlu çamur	95	90	85
Tuvalet kâğıdı	5	10	15

Hazırlanan çamurlar alçı kalıplara basılarak çubuk formu deneme tabletleri yapılmış ve 980 °C sıcaklıkta elektrikli seramik fırında 8 saat bisküvi pişirimleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen yeni bünyeler, katkı oranlarına göre sırasıyla KS₅, KS₁₀ ve KS₁₅ olarak kodlanmıştır.

Seramik bünyeler kurutuldukları zaman küçülme davranışı sergiler. Bunun nedeni, bünyenin kil içermesidir. Kil mineralleri doğal oluşan, çok küçük tane boyutuna sahip, uygun miktarda su ile birleştiğinde plastiklik özellik gösteren, kurutulduğunda ya da pişirildiğinde sert bir yapı sergileyen, tabakalı yapıya sahip olan ve seramikçiler için vazgeçilmez bir ham maddedir (Nascimento, 2016, s. 1-7). Kurutma sırasında, kil parçacıklarının tabakaları arasında yer alan şekillendirme suyu yüzeyden buharlaşır ve taneler birbirine yaklaşır. Bunun sonucunda ürün küçülür ve yapı sıkışır.

Böylece kil parçacıklarının tabakaları arasında bulunan şekillendirme suyu seramik üründen uzaklaştıkça, kil plakaları birbirine yaklaşır ve küçülme meydana gelmektedir. Deney örneklerinin %kuru küçülmesi Eşitlik 3'e göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Kuru Küçülme} = \frac{(\text{Yaş Uzunluk} - \text{Kuru Uzunluk}) \times 100}{\text{Yaş Uzunluk}} \quad (\text{Eşitlik 3})$$

Şamotlu kâğıt katkıli deney tabletlerinin 1200 °C'de odun yakıtlı fırında on iki saat süre ile tuz pişirimleri yapılmıştır. Tuz pişirimi yapılan deney tabletlerinin %pişme küçülmesi, Eşitlik 4'e göre hesaplanmıştır.

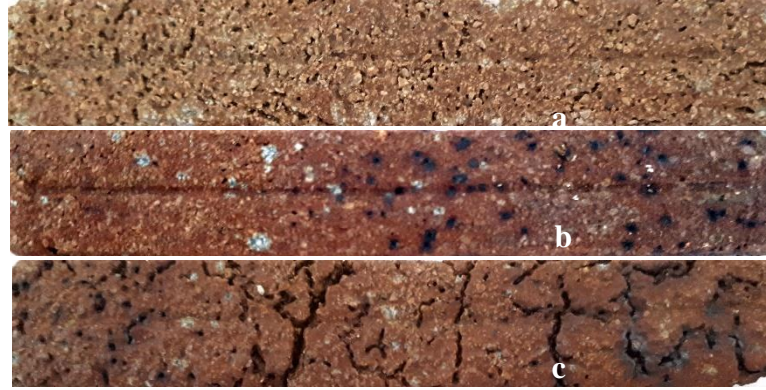
$$\% \text{ Pişme Küçülme} = \frac{(\text{Kuru Uzunluk} - \text{Pişmiş Uzunluk}) \times 100}{\text{Kuru Uzunluk}} \quad (\text{Eşitlik 4})$$

Kâğıt katkısı tane boyutu ve pişme sıcaklığı, deney tabletlerinin gözenek miktarında değişikliğe neden olmaktadır. Deney tabletlerinin %su emme değeri Eşitlik 5'e göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Su Emme} = \frac{(\text{Pişmiş Yaş Ağırlık} - \text{Pişmiş Kuru Ağırlık}) \times 100}{\text{Pişmiş Kuru Ağırlık}} \quad (\text{Eşitlik 5})$$

ARAŞTIRMA BULGULARI

Şekil 1'de 1200 °C'de seramik tuz fırınında 12 saatlik pişirim sonrası elde edilen kâğıt katkılı şamotlu seramik deney tabletlerine (a,b,c) ait görüntüler yer almaktadır. KS₁₅ kodlu bünyede çatlakların olması, diğer bünyeler ile kıyaslandığında daha fazla kâğıt katkısı içermesinden ve fırın rejiminden (sıcaklığın hızlı artışı) kaynaklandığı düşünülmektedir.



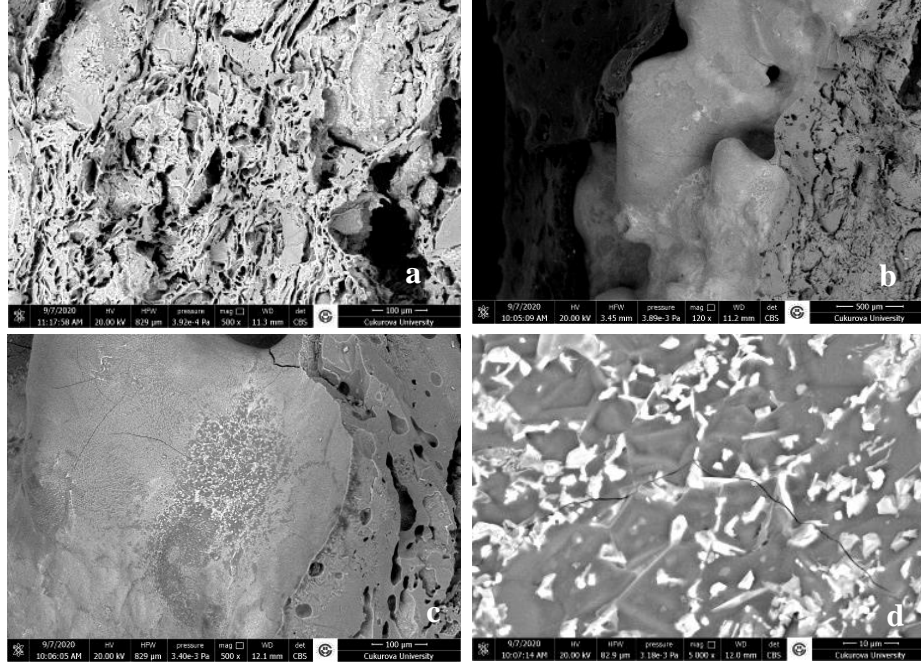
Şekil 1. 1200 °C'de Tuz Sırlı Kâğıt Katkılı Şamotlu Seramik Bünyelere Ait Görüntüler: a) KS₅, b) KS₁₀, c) KS₁₅

Seramik tuz fırınında on iki saat süre ile pişirilen kâğıt katkılı şamotlu seramik bünyelerin su emme, pişme küçülmesi ve kuru küçülme deney sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2'de KS₅, KS₁₀ ve KS₁₅ kodlu örnekler karşılaştırıldığında, kâğıt katkısı arttıkça kuru küçülme, pişme küçülmesi ve su emme değerlerinde de artış gözlenmiştir. Şamotlu çamura ilave edilen sulu kâğıdın katkı miktarı arttıkça, kuruma sırasında bünyeyi terk eden su miktarı da artacaktır. Bu nedenle bünyelerde hem ağırlık kaybı hem de küçülme miktarında artış gözlemlenecektir. Ayrıca pişme sırasında organik bir malzeme olan kâğıdın yanması ile karbondioksit (CO₂) çıkışı olacağından gözenek ve dolayısıyla su emme değerleri de artacaktır.

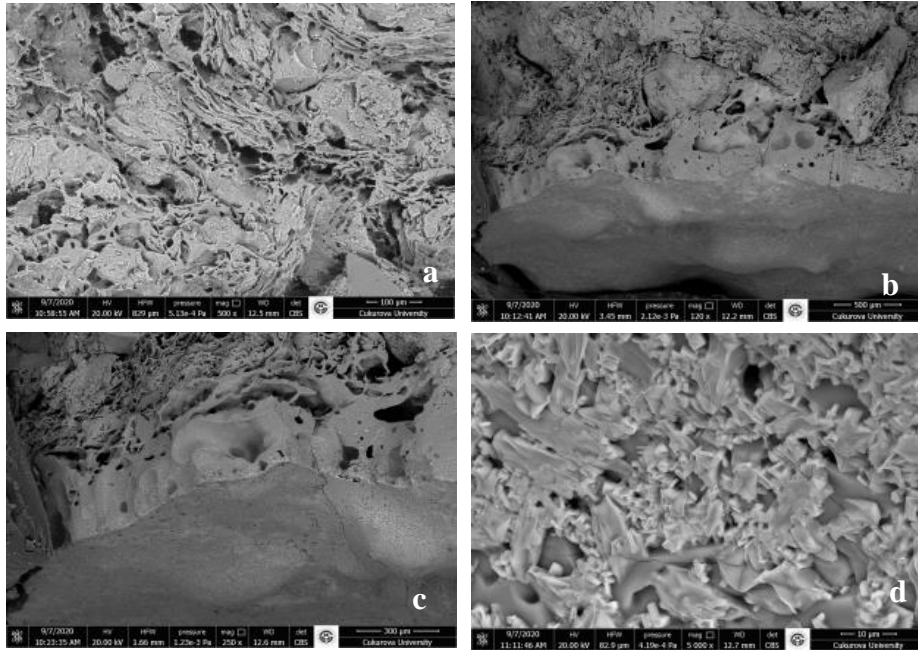
Tablo 2. Kâğıt Katkılı Şamotlu Seramik Bünyelere ait Kuru Küçülme (%), Pişme Küçülme (%) ve Su Emme Değerleri (%)

Uygulanan Deneyler	KS ₅	KS ₁₀	KS ₁₅
Kuru Küçülme	10	13	15
Pişme Küçülme	11,1	14,4	15,2
Su Emme	1.8	1.9	2

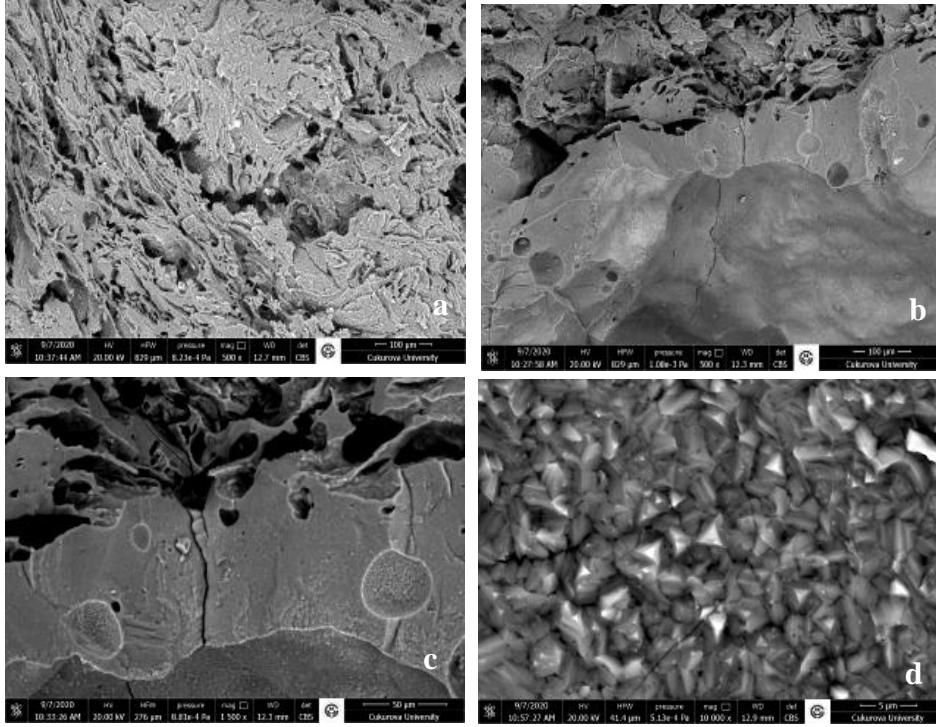
1200 °C'de fırınlanmış tuz sırlarına ait taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizleri Şekil 2, 3 ve 4'te görülmektedir. Görüntüler BSE (Back Scattered Electron) modunda alınmıştır. Bünyelerde kâğıdın yanması ile oluşan boşluklar, tuz sırlı parlak yüzeylerde ise ince çatlaklar yer almaktadır. Şekil 2 (b)'de tuz sırlı tabakasının kalınlığı yaklaşık 210 µm ile 1,3 mm arasında, Şekil 3 (b)'de kalınlık 260 µm ile 440 µm arasında, Şekil 4 (b)'de ise kalınlık 100 µm ile 160 µm arasında değişmektedir. KS₁₅ kodlu örnekte kâğıt katkısının miktarca fazla olması nedeniyle oluşan boşluklar ve boşluklardan içeriye daha fazla tuzun girmesi, bünye üzerinde gelişen sır tabakasının daha ince olmasına neden olmuştur. Bundan dolayı KS₁₅ kodlu örneğin yüzeyi diğer örneklerle karşılaştırıldığında daha mattır. Ancak şunu da unutmamak gerekir ki, tuz fırınına atılan tuz miktarı ve sıklığı da ürün üzerinde gelişecek olan sır tabakasının kalınlığını etkilemektedir.



Şekil 2. KS₅ kodlu örneğin SEM analizi (BSE): a) %5 kâğıt katkılı bünye b-c) 1200°C'de %5 kâğıt katkılı bünye üzerinde gelişen tuz sırtı d) tuz sırtlı yüzeyden detay

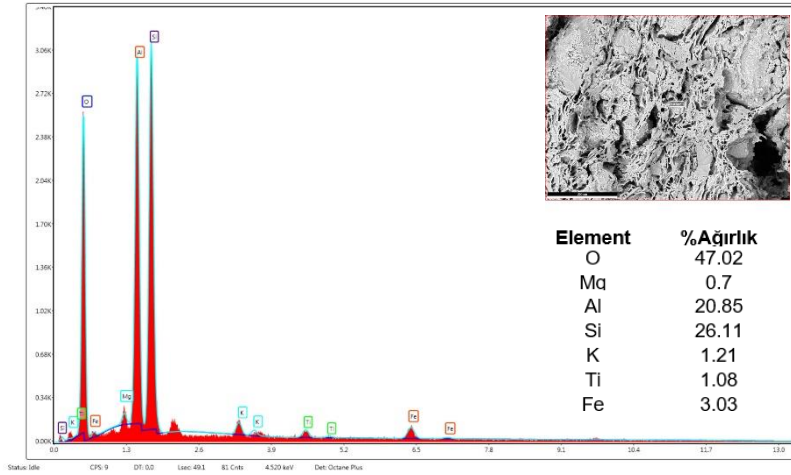


Şekil 3. KS₁₀ kodlu örneğin SEM analizi (BSE): a) %10 kâğıt katkılı bünye b-c) 1200°C'de %10 kâğıt katkılı bünye üzerinde gelişen tuz sırtı d) tuz sırtlı yüzeyden detay

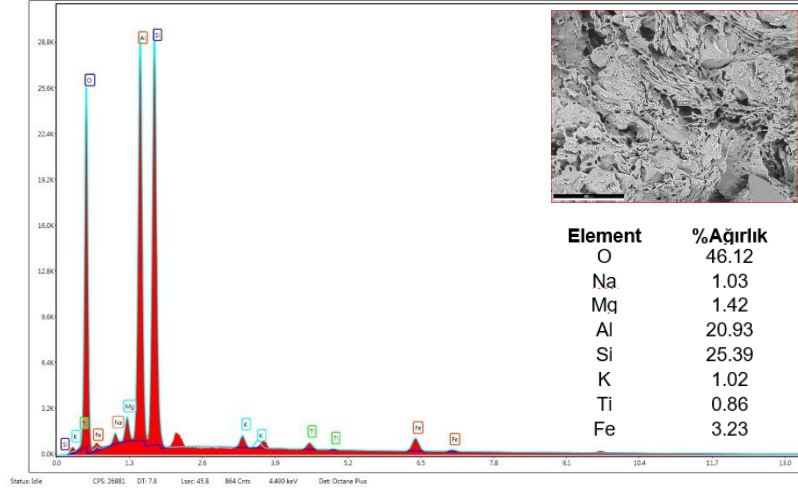


Şekil 4. KS₁₅ kodlu örneğin SEM analizi (BSE): a) %15 kâğıt katkılı bünye b-c) 1200°C'de %15 kâğıt katkılı bünye üzerinde gelişen tuz sırlı tuz sırlı yüzeyden detay d) tuz sırlı yüzeyden detay

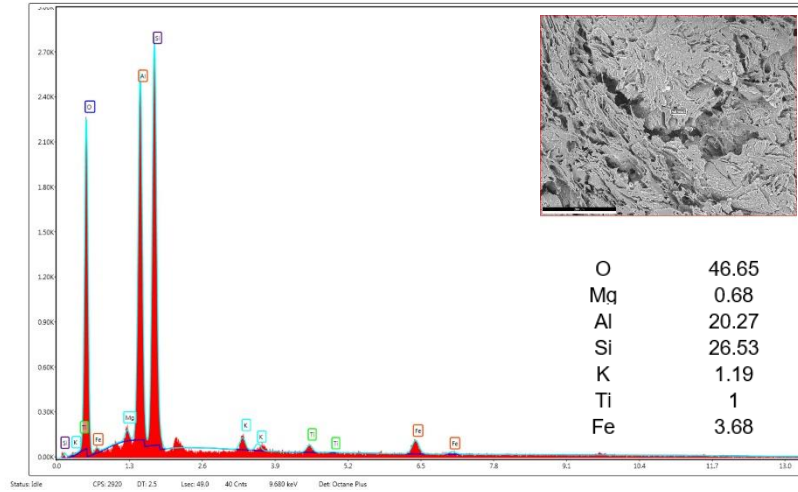
Şekil 5, 6 ve 7'de sırasıyla % 5, % 10, % 15 kâğıt katkılı şamotlu bünyelerin EDS analiz sonuçları verilmiştir. Bünyelerde Si, Al, Fe elementleri ağırlıkça yüksektir. Sodyum içeren tuz, şamotlu bünyelerdeki Al₂O₃ ve SiO₂ ile reaksiyona girerek portakal kabuğu görünümünde tuz sırlı yüzeyler oluşturmuştur.



Şekil 5. Tuz Sırlı %5 Kâğıt Katkılı Şamotlu Seramik Bünyenin (KS₅) EDS Analizi

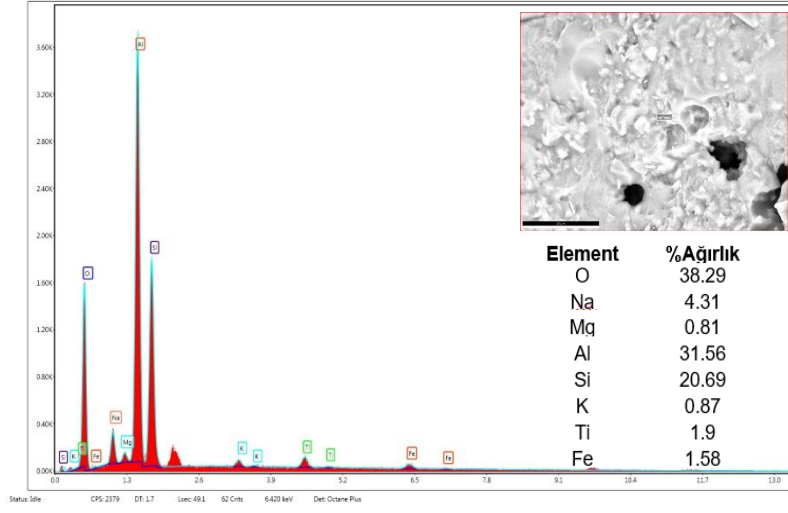


Şekil 6. Tuz Sırlı %10 Kâğıt Katkılı Şamotlu Seramik Bünyenin (KS₁₀) EDS Analizi

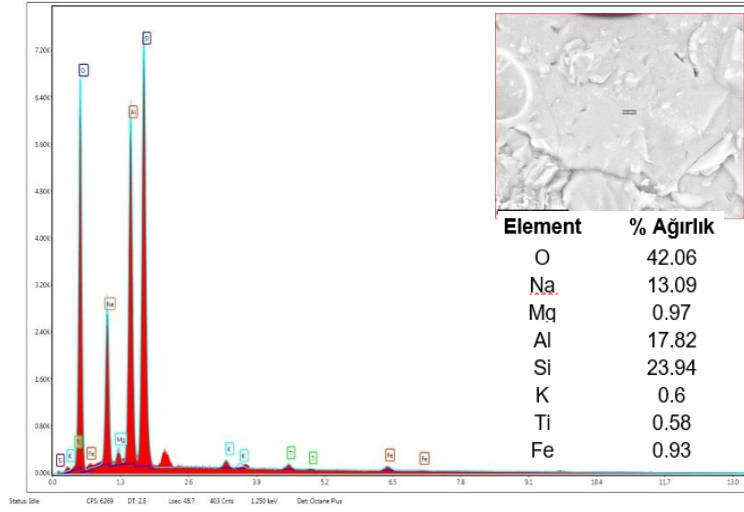


Şekil 7. Tuz Sırlı %15 Kâğıt Katkılı Şamotlu Seramik Bünyenin (KS₁₅) EDS Analizi

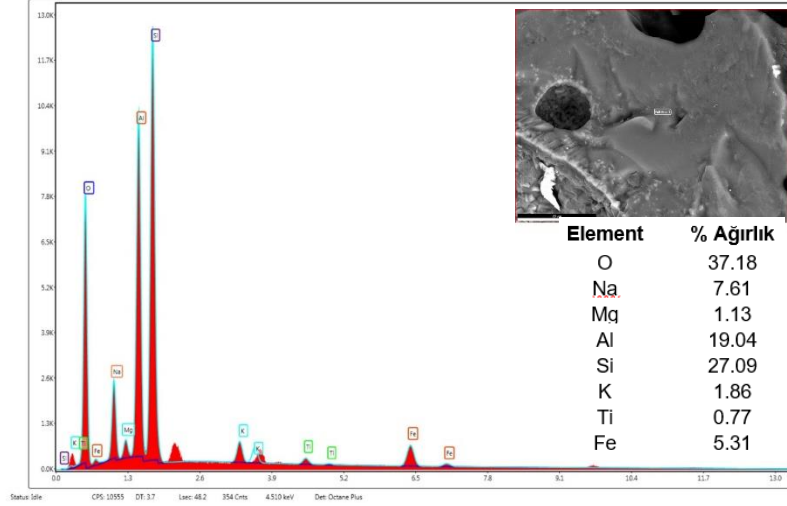
Şekil 8, 9 ve 10'da tuz sırlarına ait EDS analiz sonuçları verilmiştir. EDS ile yapılan mikrokimyasal analiz sonuçlarında, oluşan tuz sırlarının Al, Si, Na ve Fe elementleri içerdiği gözlenmektedir. Bünyedeki Fe₂O₃ miktarı, oluşan sırların rengini de etkilemektedir.



Şekil 8. %5 Kâğıt Katkılı Şamotlu Seramik Bünye (KS₅) Üzerine Uygulanan Tuz Sırının EDS Analizi

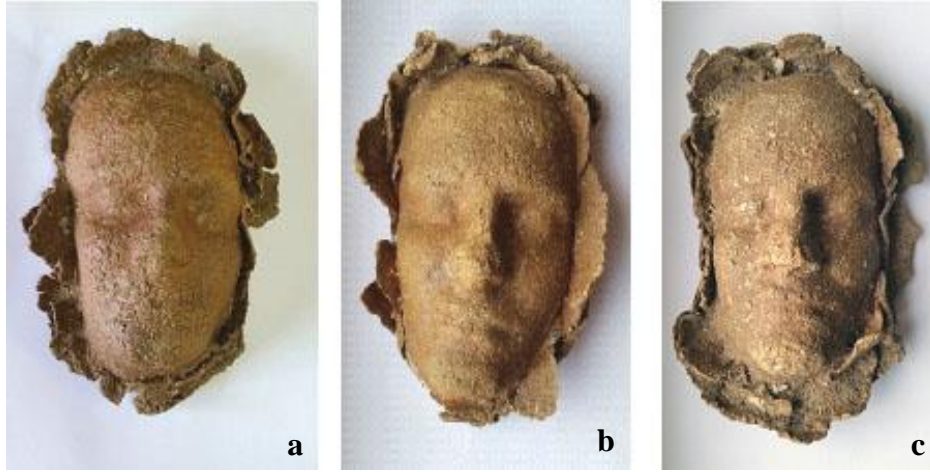


Şekil 9. %10 Kâğıt Katkılı Şamotlu Seramik Bünye (KS₁₀) Üzerine Uygulanan Tuz Sırının EDS Analizi



Şekil 10. %15 Kâğıt Katkılı Şamotlu Seramik Bünye (KS₁₅) Üzerine Uygulanan Tuz Sırının EDS Analizi

KS₅, KS₁₀, ve KS₁₅ kodlu şamotlu kâğıt katkıli bünyeler üzerine uygulanan tuz sırlı örnekler, on iki saatlik seramik tuz fırını pişirim sonrası Şekil 11’de görüldüğü üzere portakal kabuğu görümlü bej-kahve arası renk oluşumları sergilemiştir. Üründe sinterleşme ile birlikte KS₁₅ kodlu örnek hariç, ürün yüzeylerinde parlak sır tabakaları oluşmuştur.



Şekil 11. 1200 °C’de Seramik Tuz Fırınında 12 Saatlik Pişirim Sonrası Elde Edilen Kâğıt Katkılı Şamotlu Seramik Bünyelere Ait Görüntüler: a) KS₅, b) KS₁₀, c) KS₁₅

SONUÇ

Bu çalışmada 1200 °C’de kâğıt katkıli şamotlu seramik bünyeler üzerinde, tuzlama deliklerinden atılan tuzun buharlaşması ile tuz kompozisyonunda bulunan sodyumun bünyedeki silisyum ve alüminyum ile reaksiyona girmesi sonucu farklı kalınlıklarda tuz sırları geliştirilerek, elde edilen sırların mikroyapısal ve mikrokimyasal açıdan karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir.

Sonuçlar değerlendirildiğinde şamotlu seramik çamuru içerisine ilave edilen kâğıt miktarı arttıkça, kuru küçülme, pişme küçülmesi ve su emme değerlerinin arttığı gözlenmiştir. Çalışmada tuz fırın sıcaklığının hızlı yükselmesinden dolayı, özellikle KS₁₅ kodlu %15 kâğıt katkılı bünyede organik maddenin yanması ve karbon dioksit (CO₂) gazının bünyeyi hızlı terk etmesi nedeniyle üründe deformasyonlar meydana geldiği gözlenmiştir. Bu şekilde meydana gelen deformasyonların engellenmesi için fırının daha yavaş ve zaman olarak daha uzun periyotlarda ısıtılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Bu şekilde pişirim esnasında meydana gelen ürün kırılmaları da azalacaktır.

Sonuç olarak şamotlu çamura %10 ve daha düşük oranlarda ilave edilecek kâğıt katkısının, 1200 °C sıcaklıkta tuz fırını uygulamaları için uygun olduğu, %10'un üzerindeki kâğıt katkısının ise tuz fırını uygulamaları için uygun olmadığı gözlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Acar, P. (2011). *Kâğıt katkılı seramik bünyelerin incelenmesi ve seramik uygulamaları* [Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi].
- Arcasoy, A. (1988). *Seramik Teknolojisi*, İstanbul: Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Ana sanat Dalı Yayınları.
- Atik, C. (1999). *Geri dönüşümün selüloz lifleri üzerindeki etkileri*. [Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi].
- Birck, A. (2009). Salt Glazing or How to Cope With a Dragon. *Ceramics Technical* (28), 1-6.
- Birks, T. (1997). *The Complete Potter's Companion*, London.
- Canduran, K. (2007). Kil, ateş ve tuz. *Seramik Türkiye Dergisi*, Kasım-Aralık, No 23
- Cochrane, R. (2001). *Salt-glaze Ceramics*, Ramsbury, Marlborough: The Crowood Press.
- Daniel, R. (1957). *Clay and Glazes for The Potter*. Chilton Company.
- Er, AC ve P. Goodridge (2014). Deneysel tuz fırını uygulaması. *Tasarım ve Mimarlık Dergisi*, 1(3), 1-14.
- Finch, J. (2006). *Kiln construction*. A&C Black Limited.
- Frisinger, LA (2012). *Paperclay in Recent South African Ceramics: Continuity and Change in Studio Works*, Degree of Master, University of KwaZulu-Natal.
- Gartside, B. (1993). Mix What with Clay?, *New Zealand Potter*, 35 (1), s. 32.
- Gault, R. (2005), *Paper Clay* (Ceramics Handbooks). Second Edition, Hiladelphia.
- Holmes, M. (2000). Paperclay, *National Ceramics Quarterly*, (51), 5-7.
- Kibici, Y. (2002). Porselen üretimi ve kullanılan hammaddelerin teknolojik özellikleri. *Seramik Hammaddeleri ve Teknolojik Özellikleri*, Afyon Kocatepe Üniversitesi Yayınları, Yayın No:41, 59-76.
- Kocabaşoğlu, U., Bulutgil, A. ve Çiloğlu, F. (1996). *Seka tarihi, Türkiye kâğıt ve selüloz fabrikalarının tarihsel gelişimi*. SEKA.
- Mansfield, J. (1991). The Full Flavor of Salt. *Ceramics Monthly*, (3), 46.
- Mansfield, J. (1992). *Salt-glaze Ceramics*. A&C Black Limited.

- Nascimento, G. (2016). Structure of Clays and Polymer-Clay Composites Studied by X-ray Absorption Spectroscopies, Edited by Gustavo Morari do Nascimento, Clays, Clay Minerals and Ceramic Materials Based on Clay Mineral (1-25), Published by inTech.
- Scott, D. (1978). *Clays and Glazes in Studio Ceramics, Ramsbury*. The Crowood Press.
- Soldner, P. (2010). Salt Fuming: A Low-Temperature Salt Firing, *Cerami Carts Daily*, 4-8.
- Stengel, G. (2010). Salt Firing, Science and The Environment, *Cerami Carts Daily*, 2-3.
- Takka, U. (2014). *Kağıt katkılı bünyede yöre astarının kullanımı* [Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi].
- Tiryaki, V. (2014). *Sağlık gereçleri döküm çamurunda tane boyutu değişiminin fiziksel ve pişme özelliklerine olan etkisi* [Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi].
- Williams, B. (1972). Salt Glazed Clay Surfaces, Rochester Institute of Technology RIT Scholar Works, 1-60.