

## Taş Çini Üretiminde Atık Kuvars Kullanımının Araştırılması

Yalçın GÜN<sup>1</sup>, İskender IŞIK<sup>2</sup>, Fuat ÇELİK<sup>3</sup>, Veli UZ<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Anabilim Dalı, Kütahya.

<sup>2,3,4</sup> Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Bilimi Mühendisliği Bölümü, Kütahya.

<sup>1</sup>e-posta: [yalcingun.tr@gmail.com](mailto:yalcingun.tr@gmail.com)

Geliş Tarihi: 27.08.2019; Kabul Tarihi: 10.09.2019

### Öz

Üretim aşamasından tüketim aşamasına kadar meydana gelen, tüketici tarafından artık istenmeyen ve işe yaramayan malzemeler atık olarak tanımlanmaktadır. Atıklar katı, sıvı ve gaz şeklinde üç ayrı formda oluşabilmektedir. Çevreye zarar veren atıklar yararlı bir şekilde değerlendirildiğinde çeşitli avantajlar elde edilmektedir. İçerik açısından seramik malzemeye benzer olan atıklar çini ve seramik üretiminde değerlendirilebilmektedir. Çini kendisine özgün bir bünyesi bulunan, geleneksel desenler ile dekorlanan ve ardından sirlanarak pişirilen bir sanat ürünüdür. Taş Çini olarak da bilinen eski dönem çinileri incelendiğinde bünyesinde çok yüksek oranda kuvars olduğu görülmektedir. Bu bünye yapısının 10. yy.'da Mısır'da geliştiği, daha sonra Selçuklular tarafından kullanıldığı ve böylece Anadolu'ya giriş yaptığı bilinmektedir. Kuvarlı çamur veya firitli çamur olarak da bilinen bu bünye çeşidi günümüzde ticari olarak taş çini olarak isimlendirilmektedir. Bu çalışmada % 93,80 SiO<sub>2</sub> içeriğine sahip İzmir Çimstone fabrikasından çıkan atık kuvars çamurunun taş çini bünyesi üretiminde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Öncelikle atık malzemenin karakterizasyonu yapılmıştır. Daha sonra taş çini reçeteleri geliştirilmiş ve atık malzeme reçetelere ağırlıkça % 70 ve % 90 oranlarında ilave edilmiştir. Reçetelerde üç farklı kil çeşidi ve alkali firit yer almıştır. 850, 900 ve 950 °C'de pişirimi yapılan numunelerin su emme, mukavemet ve pişme küçülmesi değerleri ölçülmüş ve faz analizleri yapılmıştır. Çalışmanın son aşamasında üretilen taş çini karolar dekorlanarak sirlanmış ve sırlı pişmiş ürünler elde edilmiştir. Yapılan çalışmada çimstone atıklarının kullanılması ile taş çini üretiminin daha ekonomik olacağı saptanmıştır.

### Anahtar kelimeler

Atık, Kuvars,  
Karakterizasyon,  
Taş Çini

## Investigation of Industrial Waste Quartz for Utilization in Manufacturing Traditional Stone Tile

### Abstract

Materials that occur from the production to the consumption stage and that are no longer unwanted and useless are called waste. These wastes can be formed in three different forms: solid, liquid and gas. When the environmentally damaging wastes are evaluated in a beneficial way, various advantages are obtained. Wastes that are similar to ceramic materials in terms of content can be evaluated in tile and ceramic production. Traditional tile has its own unique structure and it in an art product which is decorated with traditional patterns glazed, and then fired. When the old tiles are examined, it is seen that there is a high percentage of quartz. It is known that this body structure was developed in Egypt in the 10th century, then it was used by the Seljuks and thus entered to Anatolia. Nowadays, this type of body, also known as quartz mud or frit mud, is called as Stone Tile (Taş Çini in Turkish). In this study, the usability of waste quartz sludge from İzmir Çimstone factory with a SiO<sub>2</sub> content of 93,80 % was investigated. First, the characterization of the waste material was done. Then, stone tile recipes were developed and waste materials were added to the recipes at 70% and 90% by weight. The recipes contained three different types of clay and alkaline frit. Water absorption, strength and firing shrinkage values of the samples fired at 850, 900 and 950 °C were measured. Phase analysis of the samples was performed by XRD. In the last stage of the study, the stone tiles were decorated, glazed and fired. In the study, it was determined that the production of stone tiles will be more economical with the use of Çimstone wastes.

### Keywords

Characterization,  
Traditional Stone Tile,  
Waste, Quartz

## 1. Giriş

Türk Dil Kurumu Büyük Türkçe Sözlüğü'nde atık kavramı, üretim aşamasından tüketim aşamasına kadar olan tüm aşamalarda oluşan ve tüketicinin veya kullanıcının artık işine yaramayan malzemelerin tamamı biçiminde tanımlanmıştır (Ağatekin 2012). Çeşitli kaynaklarda detaylı bir şekilde alt başlıklarla atıkların cinsine göre ele alınarak incelendiği görülmektedir. Fakat genel olarak atıkları evsel atıklar, endüstriyel atıklar, tıbbi atıklar ve tehlikeli atıklar şeklinde ayırmak mümkündür (Ağatekin 2012). Ayrıca atık çeşitlerini katı, sıvı ve gaz şeklinde üç ana başlık altında incelemek mümkündür (T.C. Resmi Gazete 2008).

Çeşitli katıların herhangi bir maksatla kullanılmadığı, atılmak istenen ve ihtiyaç duyulmadığı için etkisiz olan maddeler katı atıklar olarak nitelendirilmektedir. 1991 yılında yayımlanan Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'ne göre çevresel faktörler ve toplum huzuru açısından atılmak istenen her türlü katı madde ve arıtma çamuru katı atık olarak tanımlanmıştır (T.C. Resmi Gazete 1991; Kaya 2013). Katı atıkların, bileşimine, kaynağına ve özelliklerine göre çeşitli şekillerde gruplandırılması, bu atıkların toplama, taşıma, depolama ve bertaraf etme yöntemi ve geri dönüşümün artırılmasında önemli rol oynamaktadır. (Sedef 2016; Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] 2009). Tarım ve maden atıkları, endüstriyel atıklar, arıtma tesisi çamurları, enerji santralleri ve inşaat yıkıntı atıkları katı atık ögeleri arasında yer almaktadır. Ticari, kurumsal ve endüstriyel katı atıkların bileşimi kentsel katı atıklara kıyasla daha homojendir (Öztürk vd. 2015: 2).

Atıklar yararlı bir şekilde değerlendirildiğinde, stoklama giderlerinin azalması, çevreye verilen zararın en aza indirilmesi, atıkların kullanılması ile üretilen yeni bir ürün ile kazanç kaynağı sağlanması gibi çeşitli avantajlar elde edilir (Bentli vd. 2002; Karadeniz 1996: 332). Atık olarak nitelendirilen her madde seramik

sektöründe değerlendirilememektedir. Atıkların bu sektörde kullanılabilmesi için içerik açısından seramik malzemeye benzer olması gerekmektedir. Herhangi bir atığın seramik esaslı olması, bu atığın kimyasal ve fiziksel özelliklerine bağlıdır (Kaya 2010). Ülkemizde atıkların seramik ve çini alanında değerlendirilmesine ilişkin yapılan çalışmalara rastlanmaktadır.

Seyfettinoğlu vd. (1999), bor atık killerini çini çamur bünyesinde kullanmıştır. Çalışmada ilgili atık dolomit ve kaolin hammaddelerinin yer aldığı reçeteye % 20 oranında ilave edilerek ideal reçeteye ulaşılmıştır. Kullanılan atık kilin homojen olması bünyede istenmeyen sonuçların çıkması ihtimalini azaltarak sır çatlağı, mukavemet, beyazlık, dekorlanabilme ve şekillendirme konularında avantaj sağlamıştır. Çalışmalar sonucunda elde edilen bünyenin boya ve sıra uyum sağladığı tespit edilmiştir.

Karasu ve Bahşi (2001), çalışmalarında bitki küllerinin artistik sırlarda değerlendirilmesi, Karabük yüksek fırın cürufplarının cam üretiminde değerlendirilmesi ve cam-seramiklerde atık ve alternatif hammaddelerin değerlendirilmeleri üzerine yapılan çalışmaları derlemişlerdir.

Bentli ve Çakı (2001), çalışmalarında çini çamurunda %10 oranına kadar atık kilin kullanılabilirliğini belirlemişlerdir. Geliştirilen çini reçetesinin daha ekonomik olduğu ve uygun fiziksel özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca atık malzemenin; plastik özellik taşıyan kil olması ve pişme sonrası renginin beyaza yakın olmasından dolayı çini bünyesinde kullanılabilirliğini göstermişlerdir. İlgili çalışmada atık kilin çini çamuruna ilave edilmesiyle; kuru, pişme ve toplam küçülmede azalma olduğu, atıktaki B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve Na<sub>2</sub>O sebebiyle sinerleşmenin arttığı ve hammadde maliyetinin önemli miktarda azalma gösterdiği elde edilen sonuçlardır.

Pekkan vd. (2018a, 2018b, 2019), çalışmalarında Kayseri Çinkur Fabrikasından

aldıkları çinko cevheri cürufunu kalsine ederek pigmentleştirmiş ve seramik endüstrisinde kullanmayı amaçlamışlardır. Elde edilen pigmentler Altın Çini ve Seramik San. A.Ş. firmasından temin edilen duvar karosu sırlarında artan oranlarda eklenerek bünyelere uygulanmıştır. Sırlı bünyeler fabrika şartlarında 1112 °C'de 45 dak. Süre ile hızlı pişirime tabi tutulmuştur. Çalışma sonucunda seramik sektöründe kullanılabilirliği ortaya konmuştur.

Bu çalışmanın amacı; Çimstone firmasının endüstriyel kuvars atığının katma değeri yüksek geleneksel Taş Çini üretiminde kullanılabilirliğini araştırmaktır.

## 2. Materyal ve Metot

Yapılan deneysel çalışmalarda iki farklı kil çeşidi (Rus kili, Türkmen kili), alkali firit ve ana hammadde kaynağı olarak kuvars yerine atık kuvars çamuru kullanılmıştır. Atığın ve hammaddelerin kimyasal analizi Panalytical marka XRF cihazı ile ve faz analizleri Rigaku marka XRD cihazı ile yapılmıştır. Malzemelerin tartımları 0,01 mg hassasiyetli Radwag (WTB 3000) marka terazi ile yapılmıştır. Hammaddelerin karıştırma ve öğütme işlemlerinde alümina bilye içeren porselen jet değirmen kullanılmıştır. Reçetelerin kurutma işlemi MegaTerm marka etüvde yapılmıştır. Şekillendirme ve presleme MSE\_PE\_10 marka tek yönlü presle gerçekleştirilmiş olup pişirme işlemi Panosan marka fırında gerçekleştirilmiştir. Pişirilen numunelerin üç nokta eğme testi Shimadzu Autograph AGS-X marka cihaz kullanılarak yapılmıştır. Numunelerin L\* a\* b\* renk değerleri Konica Minolta CM-2600d/2500d model spektrofotometre cihazı ile ölçülmüştür. Pişme küçülmesi ve su emme testi Çizelge 1'deki formüller kullanılarak yapılmıştır.

**Çizelge 1.** Pişme küçülmesi ve su emme testi formülleri.

$$\% \text{ Pişme Küçülmesi} = \frac{l_0 - l_1}{l_0} \times 100$$

$l_0$  = Deney numunesinin kuru uzunluğu (mm)

$l_1$  = Deney numunesinin pişmiş uzunluğu (mm)

$$\% \text{ Su emme} = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100$$

$m_1$  = Numunenin kuru ağırlığı (gr)

$m_2$  = Numunenin su emmiş ağırlığı (gr)

## 2.1 Hammadde ve taş çini reçetelerinin hazırlanması

Çalışmada kullanılan her bir hammadde, geliştirilen reçetelerde homojen bir şekilde dağılabilmesi için kurutulmuş öğütülmüştür. Öğütülen atık kuvars çamuru ve hammaddelerin kimyasal analizleri yapılmıştır. Yüksek oranda SiO<sub>2</sub> içeriğine sahip olan atık çamur taş çini reçetelerinde % 70 ve % 90 oranlarında yer almıştır. Hazırlanan reçetelerdeki hammadde oranları Çizelge 2-3'te verilmiştir.

**Çizelge 2.** Rus kili kullanılarak hazırlanan taş çini reçeteleri.

Sıcaklık °C	Reçeteler	Hammaddeler Ağırlıkça (%)		
		Kuvars atığı	Alkali Firit	Rus Kili
850	R1-A	70	15	15
	R3-A	90	5	5
950	R1-C	70	15	15
	R3-C	90	5	5

**Çizelge 3.** Türkmen kili kullanılarak hazırlanan taş çini reçeteleri.

Sıcaklık °C	Reçeteler	Hammaddeler (%)		
		Kuvars atığı	Alkali Firit	Türkmen Kili
850	T1-A	70	15	15
	T3-A	90	5	5
950	T1-C	70	15	15
	T3-C	90	5	5

Çalışma sonunda 5x10 cm ebatlarında karolar üretilmiştir. 950 °C'de bisküvi pişirimi yapılan bünyeler dekorlanarak Altın Çini ve Seramik San. A.Ş. fabrikasında 60 dak süre ile 1050 °C'de hızlı pişirim işlemine tabi tutulmuştur. Bir grup dekorlu ürünün sırlı pişirimi ise laboratuvar ortamında 930 °C'de gerçekleştirilmiştir.

## 3. Bulgular

Bu çalışmada geliştirilen reçetelerde atık kuvars, Rus kili, Türkmen kili ve Konya kili kullanılmıştır. Bu hammaddelere ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4'te gösterilmiştir.

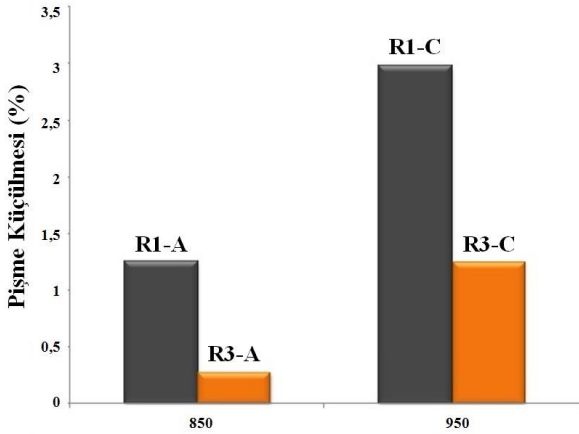
**Çizelge 4.** Kullanılan hammaddelere ait kimyasal analiz sonuçları (Ağırlıkça %).

Hammaddeler	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	A.Z.	Toplam
Atık Kuvars	93,80	0,61	1,77	1,80	0,62	0,10	0,09	1,07	0,05	9	99,91
Rus kili	60,77	26,03	0,46	0,33	0,53	2,05	0,95	1,5	-	7,24	99,86
Türkmen Kili	69,04	13,54	0,13	1,79	1,45	0,44	0,77	0,30	0,15	12,28	99,89

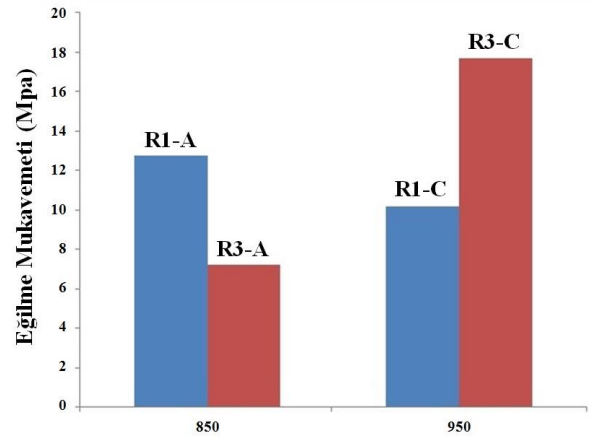
### 3.1. Pişirim sonrası uygulanan test sonuçları

Atığın % 70 ve % 90 oranında kullanıldığı reçetelerin küçülme değerleri incelenmiş ve Şekil 1-2'deki grafikler elde edilmiştir. İki farklı kil ile oluşturulan reçetelerdeki küçülme değerlerine bakıldığında reçetelere artan oranlarda atık kuvars ilave edilmesi sonucunda pişme küçülmesi yüzdelerinde azalma gözlenmiştir.

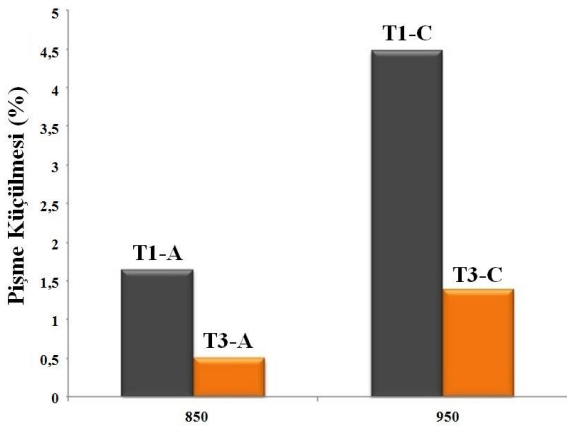
Çalışmada hazırlanan bünyelere ait eğilme mukavemeti değerleri Şekil 3-4'te yer almaktadır. 850 °C'de sinterlenen numunelerde atık oranının % 70'ten % 90'a yükselmesi sonucunda mukavemet değerlerinde azalma tespit edilmiştir. 950 °C'de yapılan pişirim sonrasında ise mukavemet değerleri incelendiğinde atık miktarı yüksek olan numunelerin daha yüksek mukavemete sahip olduğu görülmektedir.



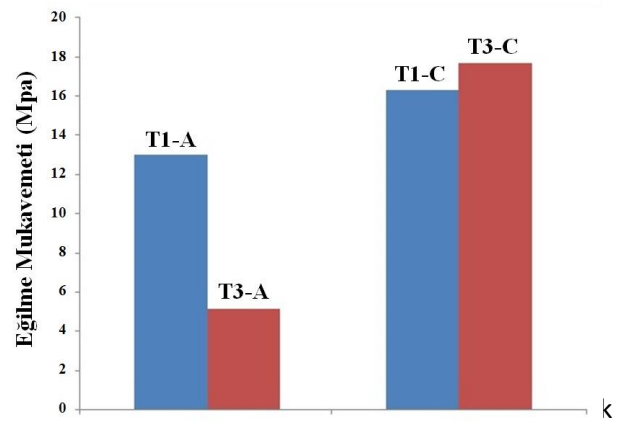
**Şekil 1.** R kodlu numunelerin pişme küçülme değerleri.



**Şekil 3.** R kodlu numunelere ait mukavemet değerleri.

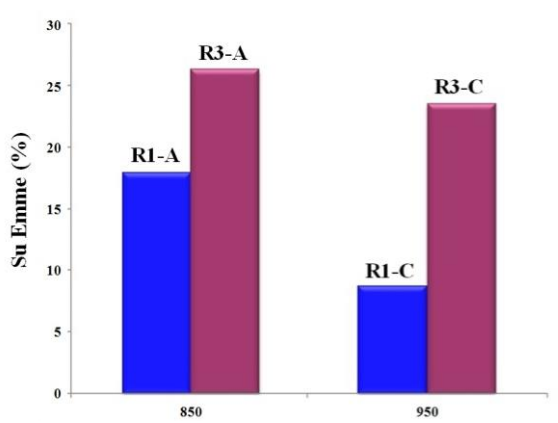


**Şekil 2.** T kodlu numunelerin pişme küçülme değerleri.

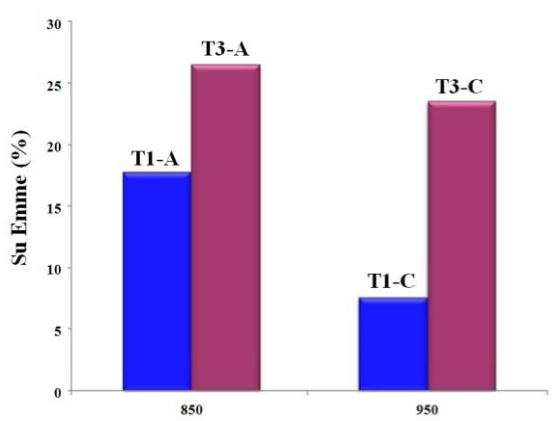


artışına bağlı olarak bu değerlerin giderek azaldığı görülmektedir. Genel olarak küçülme değerleri atık

oranı ile doğru orantılı, sıcaklıkla ters orantılı olduğu görülmüştür. Sıcaklığın artmasıyla birlikte su emme değerleri azalmıştır. Reçetelerde yer alan atık kuvars çamurunun miktarı %70'ten %90'a yükselmesi sonucunda su emme değerlerinin de arttığı görülmüştür (Şekil 5-6).

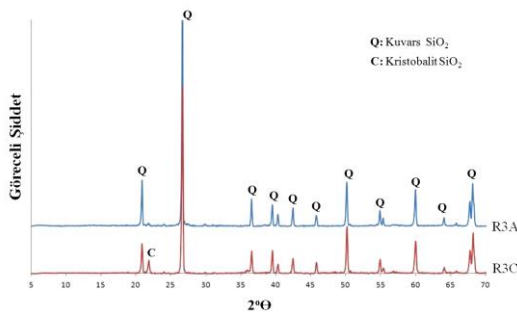


Şekil 5. R kodlu numunelerin pişirme sonrası su emme değerleri.

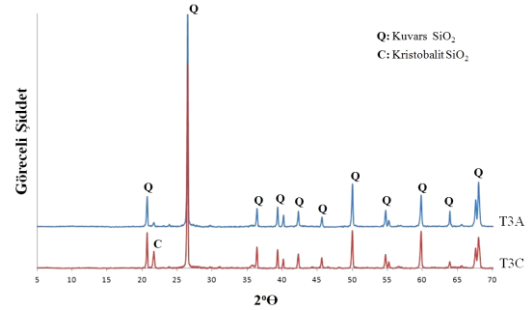


Şekil 6. T kodlu numunelerin pişirme sonrası su emme değerleri.

XRD analizi sonuçları Şekil 7 ve Şekil 8'de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde 850 °C'de pişirimi yapılan tüm numunelerde sadece kuvars fazı bulunmaktadır. 950 °C'de pişirimi yapılan numunelerde ise kuvars fazının yanı sıra kristobalit fazı da tespit edilmiştir.



Şekil 7. R3A ve R3C kodlu numunelerin pişirme sonrası XRD desenleri.



Şekil 8. T3A ve T3C kodlu numunelerin pişirme sonrası XRD desenleri.

Türkmen kilinin reçetelere % 5 ve % 15 oranında katılması ile hazırlanan numunelerin pişirme sonrası renk değerleri incelendiğinde en yüksek beyazlık değerine sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5-6). Beyazlık değerindeki artışın gözle fark edilmesi güç olsa da L\*a\*b\* renk ölçüm sonuçlarında renk farkı tespit edilmiştir.

Çizelge 5. R Kodlu numunelere ait renk ölçüm değerleri.

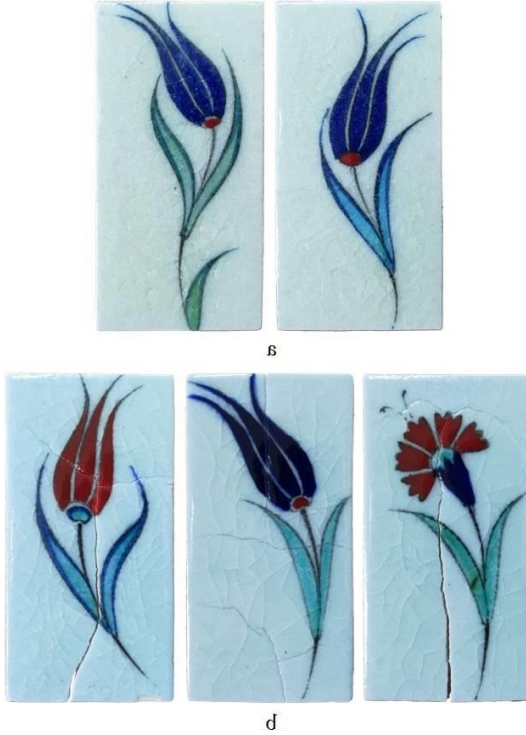
Reçeteler	L*	a*	b*
R1-A	76,84	8,07	13,63
R3-A	88,74	1,63	5,47
R1-B	76,93	6,50	10,73
R3-B	87,92	1,76	5,14
R1-C	71,80	7,52	11,79
R3-C	87,71	1,71	4,09

Çizelge 6. T Kodlu numunelere ait renk ölçüm değerleri.

Reçeteler	L*	a*	b*
T1-A	85,78	1,80	6,88
T3-A	91,38	0,44	3,39
T1-B	82,45	1,59	7,34
T3-B	89,32	0,35	3,92
T1-C	79,49	1,60	6,81
T3-C	89,99	0,01	2,71

Pişirme sonrası çini sanatçısı Mehmet Koçer'in tasarımları uygulanan dekorlu ve sırlı ürünlerin görselleri Şekil 9'da verilmiştir. Çini

sanatçısı Arif Dönmez'in tasarımları uygulanan dekorlu ve sırlı ürünlerin görselleri ise Şekil 10'da verilmiştir.



Şekil 9. Engopsuz (a), Engoplu (b), el dekorlu ve sırlı



Şekil 10. Laboratuvar ortamında pişirilen el dekorlu ve sırlı ürünler.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Sonuçlar incelendiğinde sıcaklığın artmasıyla birlikte beyazlık değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. En yüksek beyazlık değeri atık miktarının % 90 olarak kullanıldığı Türkmen kili içeren numunelerde elde edilmiştir. Killerde yer alan  $Fe_2O_3$  oranı pişirim rengini etkilemektedir. Kimyasal analiz sonuçları incelendiğinde  $Fe_2O_3$  içeriği en düşük kilin Türkmen kili olması sebebiyle beyazlık değerinin arttığı sonucuna varılmıştır.

Mukavemet testi sonuçları incelendiğinde reçetede atık miktarının artması ile eğilme dayanımlarının düştüğü tespit edilmiştir. Atık malzemede bulunan bağlayıcı malzemelerin bu sıcaklıklarda yanması ile bünyede porozitenin arttığı ve buna bağlı olarak mukavemet değerinin azaldığı düşünülmektedir. Reçetelerde atık miktarının artması ile su emme değerlerinde de artış gözlenmiştir. Su emme oranındaki artış bünyede oluşan porozite miktarının arttığını destekler yöndedir. Ancak 950 °C'de pişirilen numunelerde artan atık miktarı ile mukavemet değerlerinde de artış tespit edilmiştir. Sıcaklık 950 °C'ye ulaşana kadar atık malzemedeki bağlayıcıların yanma işlemlerinin tamamlandığı, bu sıcaklıkta reçetelerde bulunan alkali firitin ergiyerek camsı fazı artırdığı ve daha yoğun bir yapının oluşması sebebiyle mukavemet değerlerinin arttığı sonucuna varılmıştır.

Atık kullanılarak geliştirilen numunelerin X-ışını kırınımı (XRD) ile yapılan mineralojik analiz sonuçları incelendiğinde tüm reçetelerde kuvars fazı bulunurken 950 °C'de pişirimi gerçekleşen numunelerde kristobalit fazı da tespit edilmiştir.

Sonuç olarak; Çimstone atık kuvarsi kullanılarak hazırlanan taş çini reçete örneklerinin yapılan karakterizasyon çalışması ışığında bu atık malzeme ile katma değeri yüksek Taş Çini

üretimini daha ekonomik olarak mümkün olacağı saptanmıştır.

### Teşekkür

Bu çalışmaya sağlamış oldukları katkılarından dolayı çini sanatçıları Mehmet Koçer, Arif Dönmez ve Hamza Üstünkaya'ya teşekkür ederiz. Deneysel çalışmalar esnasında sağlamış oldukları destekten dolayı Altın Çini ve Seramik San. A.Ş. ve Kütahya Seramik Porselen Turizm A.Ş. çalışanlarına teşekkür ederiz.

### 5. Kaynaklar

Ağatekin, E. 2012. Seramik Sanatında Alternatif Bir İfade Aracı Olarak Atık Seramik Kullanımı. Sanatta Yeterlilik Tezi. Anadolu Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Seramik Anasanat Dalı. Eskişehir. 4-5.

T.C.Resmi Gazete 1991. Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, Genel Hükümler. Birinci Bölüm. Ankara: Resmi Gazete Sayısı: 20814, 14.03.1991.

T.C.Resmi Gazete 2008. Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik. Birinci Bölüm. Ankara: Resmi Gazete Sayısı: 26927, 05.07.2008.

Kaya, P. 2013. Yerel Yönetimlerde Katı Atık Yönetiminin Maliyet Analizi: Türkiye Geneli ve İstanbul İli Örneği. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisatAnabilim Dalı, İktisat Programı. İstanbul. 6.

Sedef, M. 2016. Katı Atık Yönetimi. İller Bankası Anonim Şirketi. Uzmanlık Tezi. Eylül. 2-4.

Milli Eğitim Bakanlığı. 2009. Çevre Koruma Katı Atık Toplama. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı, 12-13.

Öztürk, İ., Arıkan, O., Altınbaş, M., Alp, K. ve Güven, H. 2015. Katı Atık Geri Dönüşüm ve Arıtma Teknolojileri El Kitabı. Türkiye Belediyeler Birliği. Mayıs, Ankara. 2.

Bentli, T., Özdemir, O., Çelik, M. S. ve Ediz, N. 2002. Bor Atıkları ve Değerlendirilme Stratejileri. *In The First International Boron Symposium*. 250-258.

Karadeniz, M. 1996. Cevher Zenginleştirme Tesis Artıkları, Çevreye Etkileri Önlemler. İstanbul Ofset Basım Yayınevi, İstanbul. 332.

Kaya, E. 2010. Seydişehir Kırmızı Çamur Atığının Seramik Sanatında Değerlendirilmesinin

Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Konya. 9,113-117.

Seyfettinoğlu, M.A., Çakı, M. ve Ediz, N. 1999. Bor Atık Killerinin Çini Massesinde Kullanımı. *XIII. Ulusal Kimya Kongresi*, Samsun. 278.

Karasu, B. ve Bahşi, Z. B. 2001. Bazı Atık Malzemelerin ve Alternatif Hammaddelerin Seramik Sektöründe Değerlendirilmesi. *Seramik Sanat, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 21-23.

Bentli, İ. ve Çakı, M. 2001. Kırka Boraks İşletmesi DSM Atık Kilinin Çini Hamuru Yapımında Kullanılabilirliğinin Araştırılması, *X. Ulusal Kil Sempozyumu*, Konya, 502-511.

Pekkan, K., Bayer Öztürk, Z., Taşçı, E. ve Yılmaz, S. 2019. The Effect of Granulated Slag of Lead-Zinc Ore to Aesthetic and Microstructural Features in Single-Fired Wall Tile Glazes. *Journal of Australian Ceramic Society*. doi.org/10.1007/s41779-019-00372-0, 2019.

Pekkan, K., Taşçı, E., Yılmaz, S. ve Bayer Öztürk, Z. 2018a. Çinko Cevheri Cürufunun Hızlı Tek Pişirim Sırında Pigment Olarak Kullanımı. *The International Conference on Materials Science, Machine and Automotive Engineerings and Technology (IMSMATEC)*, 69-72, Çeşme/İZMİR, April 10-12.

Pekkan, K., Taşçı, E., Yılmaz, S. ve Bayer Öztürk, Z. 2018b. Çinko Cevheri Cürufunun Hızlı Tek Pişirim Sırında Pigment Olarak Kullanımında Demir Oksitin Etkisi. *The International Conference on Materials Science, Machine and Automotive Engineerings and Technology (IMSMATEC)*, 73-76, Çeşme/İZMİR, April 10-12.