

KROMİT ATIĞININ DUVAR KAROSU SIRLARINDA RENKLENDİRİCİ OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ*

The Evaluation Of Chromite Waste In Wall Tile Glazes As A Coloring Agent

Nergis KILINÇ MİRDALI
Jeoloji mühendisliği Anabilim Dalı

Fikret İŞLER
Jeoloji mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZET

Minsan Madencilik kromit konsantresi üretmektedir. Bu üretim sırasında önemli miktarlarda (toplam 21.000 ton/yıl) konsantre atığı ortaya çıkmaktadır. Krom esaslı malzemelerin artan üretim hızı ile birlikte atıkların depolanma gereksinimleri de sürekli artmaktadır. Bu çalışmada serpantin bazlı kromit atığının duvar karosu sirlarında renklendirici olarak değerlendirilmesi, dolayısıyla da çevreye ve insan sağlığına zarar vermeyecek yüksek katma değerli forma dönüştürülmeleri amaçlanmıştır.

Yurtbay Seramik Fabrikalarında kullanılan standart şeffaf firtili sirlara %2-20 oranlarında kromit atığı ilave edilmiştir. Sırlanmış duvar karoları 1135°C'de 48 dk pişirilmiştir. Son olarak sırlı yüzeylere harkort ve otoklav testi uygulanmış, mikroyapısal karakterizasyonları (SEM-EDX), CIE-L*a*b* renk parametreleri, % 10 HCl ve % 10 NaOH içerisindeki asit ve baz dayanımları ve sertlik gibi yüzey özellikleri araştırılmıştır.

Sonuçlar kromit atığının son üründe hiçbir probleme ve hataya yol açmaksızın kolayca ve geniş çapta birçok sır reçetelerinde renklendirici olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Atık değerlendirme, Pigmentler, Seramik sirları

ABSTRACT

Minsan Mining Corporation produces chrome concentrates. During this production, considerable amounts of concentration and derivation wastes (totally 21.000 tons/year) are disposed. With the increased production rate of chrome based materials the disposal level of relevant wastes are continuously raising. In this study it was aimed to utilize serpentine based chromite waste in the making of ceramic pigment as a coloring agent in wall tile glaze recipes, and convert them into high value added, an environmentally and human friendly form.

Chromite waste was added into transparent fritted glaze recipes about proportion of 2–20% which were used in Yurtbay Ceramic Factory. Glazed wall tiles fired at 1135°C and 48 min. Finally, harcourt and autoclave tests were applied to glazed samples and their surface properties, microstructural characterizations (SEM-EDX), CIE-L*a*b* color parameters, chemical strength in 10% HCl and 10%NaOH and hardness properties were investigated.

* Doktora Tezi-PhD Thesis

Results indicated that chromite waste could easily and widely be used in several glaze recipes as a stain without causing any problems and defects in final products.

Key Words: Waste evaluation, Pigments, Floor tile

Giriş

Günümüzde endüstriyel gelişmelerin hız kazanması ile birlikte artan sanayi faaliyetlerine ve nüfus artışına paralel olarak, doğal kaynakların tüketimi sonucu hammadde ihtiyacı da her geçen gün artmaktadır. Doğal hammadde rezervlerinin sınırlı olması da, miktarı artmakta olan katı atıkların alternatif hammadde olarak değerlendirilmesini gündeme getirmektedir. Bu atıklar, demir-çelik fabrikalarındaki yüksek fırın cürüfları ve kullanılmış kil yanığı atıkları; alüminyum fabrikasında alünit, boksit ve nefelin çamuru atıkları; kurşun, bakır ve çinko fabrikalarında cürüflar ve kekler; maden zenginleştirme tesislerinde silikat içeriği bakımından zengin toprak atıkları ve sözü edilen tüm bu endüstri kuruluşlarına ait tozlar ve küllerdir. Bazı atıkların yüksek oranda SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , PbO , TiO_2 , K_2O , Na_2O , CuO ve ZnO içeriyor olması, seramik sır ve çamurlarında gerek renk, gerek teknik açıdan değerlendirilmesi ile seramik endüstrisinde kullanılabilirliklerini ortaya koymaktadır.

Seramik sır ve bünyelerinde kullanılan hammaddelerin yerlerinin atık malzemeler ile yer değiştirmesi sonucu, seramik ürünlerin birim maliyetlerinin de azalacağı göz ardı edilmemelidir.

Üretim sonrası ortaya çıkan bütün atıklar hammadde ve ürün kaybının yanı sıra bu atıkların depolanması, taşınması ve bertaraf edilmesi de işletme açısından ciddi maliyetler ve sorunlar oluşturmaktadır. Bu nedenle tüm endüstri kuruluşlarında olduğu gibi seramik endüstrisinde de çeşitli endüstri kollarının atık ve yan ürünlerinin seramik sırları (Topateş ve ark, 2005; Şölenay ve Çetiz, 2005, Kılınç Mirdalı ve Çetin, 2005; Yılmaz ve Toplan, 2004; Karasu ve ark, 2004; Karasu ve Gerede, 2002; Karasu, Kaya ve Kozulu, 2002; Genç ve ark, 2002; Ay ve Çakı, 1991), seramik bünyeleri (Olgun ve ark, 2005; Oyman ve Özkan, 2005; Kıpçak ve Özdemir, 2005; Kaya ve Çakı, 2004), cam (Park ve Heo, 2002; Pisciella ve ark, 2001; Ferraris ve ark, 2001) ve cam-seramiklerde (Tanoğlu ve ark, 1992; Pelino, 2000; Erol ve ark, 2000) kullanımı son birkaç yıldır araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Atık malzemelerin yeniden değerlendirilmesinin bu kadar güncel olmasının nedeni, çevre problemiyle birlikte, azalan hammadde kaynaklarıdır.

Yakın gelecekte atıkların yeniden değerlendirme çalışmaları yapılmazsa pek çok sektörün yan ürünleri ve atıkları, yaşam için tehdit oluşturacak acil çözümlenmesi gereken bir problem haline gelecektir(Şölenay ve Çetiz, 2005; Kaya ve Çakı, 2004; Erol ve ark, 2000).

Bu çalışmada ekonomik değeri olmayan endüstriyel katı atıklardan, Mersin ili Musalı Köyü'nün kuzeybatısında 1997 yılından bu yana faaliyette olan Minsan Madencilik Krom Zenginleştirme Tesisi atığı olan kromit pasası kullanılmıştır.

Şekil 2'de Minsan Madencilik A.Ş. krom zenginleştirme tesisi görülmektedir.



Şekil 2. Minsan Madencilik A.Ş. krom zenginleştirme tesisleri (a-b)

Minsan Madencilik A.Ş.'ne ulaşım, Mersin'den Musalı köyüne kadar asfalt yol, daha sonra ise maden ocağına kadar stabilize yol ile sağlanmaktadır.

Musalı Köyünün yaklaşık 1,5km Kuzey Batısında KD-GB istikametinde oldukça serpantinleşmiş dünitik bir zarf içinde yine KD-GB istikametinde çok dar bir alanda yaklaşık 150m genişliğinde oldukça tektonize bant türü kromit cevherleşmesi bulunmaktadır. Cevher minerali olarak yalnızca kromitin görüldüğü bu sahanın gang minerali ileri derecede serpantinleşmiş dünitten oluşmuştur (Varbil, 1999).

Ruhsat sahasında hazburjit, seyrek olarak da gabro görülmekte olup, bu kayalar içinde dünitik bir zarfla çevrili kromit bantları bulunmaktadır (Varbil, 1999).

Kromite eşlik eden başlıca mineraller olivin ve piroksen olup, her iki mineral de çıplak gözle tanınmayacak derecede serpantinleşmiştir (Varbil, 1999).

Krom madeni zenginleştirme tesisine kamyonlar aracılığı ile nakledilmektedir. Zenginleştirme tesisine gelen kromit cevheri stok alanına boşaltılarak buradan da bir kepçeli araç aracılığı ile üzerinde ızgara bulunan tüvenan cevher silosuna gönderilmektedir (Varbil, 1999).

Metot

Sır Hazırlama ve Fırınlama

Minsan Madencilik Krom Zenginleştirme Tesisi atıklarının seramik duvar karosu sırları üzerine etkilerini incelemek için, kromit pasası şeffaf firtili sır reçetesine hiçbir boya hazırlama yöntemi uygulamadan, doğrudan artan oranlarda ilave edilmiştir.

Jet değirmende 30dk öğütülen her bir sır, sırlama öncesinde 63µm'luk elekten geçirilmiştir. Şeffaf firtili sırların yoğunlukları 1650 gr/l ve birim yüzeye eşit miktarda 50'er gram sır gelecek şekilde 33x33 ve 20x25 ebatlarındaki işletme engoplu duvar karosu bünyeleri üzerine uygulanmıştır.

Hazırlanan bütün sır reçetelerinin pişirim prosesi Yurtbay Seramik A.Ş. Roller fırınlarında 1135°C sıcaklıkta tek pişirim olarak 48dk da gerçekleştirilmiştir.

Sırlı Yüzeylerde Sertlik Testi

Bu yöntemde Mohs sertliği belli olan minerallerin sivri uçlarının el baskısıyla karo yüzeyinde bıraktıkları iz tespit edilmiştir. Her bir karo için 3'er örnek kullanılarak, her örnek için 4 kez test yapılmıştır. Her örnek standartta belirtilen tüm minerallerin çizme etkisine tabi tutulmuş ve çizilme olup olmadığına bakılmıştır (TS EN 101). Her karo için en fazla bir kez iz oluşturan en sert mineral çizilme sertliğini vermiştir.

Kimyasal Analiz

Pasanın kimyasal analizi Çanakkale Seramik Fabrikaları A.Ş. Ar-Ge Laboratuvarlarında yapılmıştır.

Renk Ölçümü

Sırlı yüzeylerin renk ölçümleri Minolta CR-300 Model renk ölçüm cihazı kullanılarak CIE-L a b değerleriyle ölçülmüştür.

Lekelenme ve Asit-Baz Dayanım Testi

Bu yöntemde Kartal ve Yıldız (2001)'e göre kirletici çözelti olarak 10gr/l metilen mavisi kullanılmıştır(TS EN 122). Sırlı yüzeye bu çözülden birkaç damla damlatılarak saat camı ile yüzeyde dairesel şekilde yayılma sağlanarak bu şekilde 24 saat bekletilmiştir. Süre sonunda yüzeyler suyla yıkanarak nemli bir bezle silinmiştir.

Deney örneklerinin sırlı yüzeyleri % 10'luk hidroklorik asit (HCl) ve %10'luk sodyum hidroksit (NaOH) etkisine maruz bırakılmıştır. Vazelinle karo yüzeyine tutturulan haznenin içerisine ayrı ayrı asit ve baz çözeltileri eklenerek 24 saat süre ile bekletilmiştir. Daha sonra örnekler kalem testi sonuçlarına göre sınıflandırılmıştır. TS EN 122 standardına göre HB sertliğinde test yüzeyine ve diğer yüzey kısmına birden fazla çizgi çekilerek bu çizgilerin yumuşak kuru bir bezle silinmesine çalışılır.

Harkort ve Otoklav Testi

Harkort testi ile sırlı karoların 15°C ile 145°C arasında 10 defa çevrim yapıp, ısıl şoka dayanım özelliği belirlenmiştir (EN ISO 10545/9).Otoklav testinde de şeffaf firtili kromit atığı katkılı sırlı karolar otoklava yerleştirilmiştir. 2 saat süre ile 16 atmosfer basınçta sırların çatlama özelliği ölçülmüştür (EN ISO 10545/11).

Karakterizasyon Çalışmaları

Tanımlanan sıcaklık ve sürede fırınlanan kromit pasası katkılı şeffaf firtili duvar karosu sırları, yer karoları ve porselen yer karolarının mikroyapılarında oluşan fazların ve mikroyapı özelliklerinin belirlenmesi için SEM ve EDX analizleri yapılmıştır. Yapılan taramalı elektron mikroskopu (SEM-EDX) çalışmaları Leo-440 bilgisayar kontrollü dijital SEM cihazı ile Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Kromit atığı pasanın kimyasal analiz sonuçları, seramik sır ve bünyelerinin sahip olması gereken rasyonel kimyasal bileşimleri ile benzerlik göstermektedir. Bu da kromit pasasının seramik sır ve bünyeleri üretiminde kullanılabileceğini düşündürmektedir.

Tablo1. Pasanın kimyasal analizi (ağırlıkça %)

Oksit	Kromit Pasası %
SiO ₂	30,85
Al ₂ O ₃	1,05
TiO ₂	0,02
Fe ₂ O ₃	7,11
CaO	0,51
MgO	40,50
Na ₂ O	0,01
K ₂ O	0,01
Cr ₂ O ₃	4,30
MnO	0,09
NiO	0,30
A.Z	15,18

Tablo1'deki kimyasal analizden de görüleceği gibi pasada seramik sırlarına renk veren oksitlerden Fe₂O₃, TiO₂, Cr₂O₃, MnO ve NiO bulunmaktadır.

Duvar karosu şeffaf firtili sır reçetelerine doğrudan, artan oranlarda (%2–3–5–6–10–15–20) kromit pasası ilave edilmiştir.

Tablo 2. Kromit atığı katkılı şeffaf firtili duvar karosu sır reçeteleri

Hammaddeler	% Bileşim							
	HP	HP ₂	HP ₃	HP ₅	HP ₆	HP ₁₀	HP ₁₅	HP ₂₀
Şeffaf Firit -YTF	92	92	92	92	92	92	92	92
Kaolen	8	8	8	8	8	8	8	8
CMC	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
STPP	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Kromit atığı	0	2	3	5	6	10	15	20

Tablo 2'de Yurtbay Seramik Fabrikalarında kullanılan standart sır reçetelerine artan oranlarda kromit atığı ilave edilerek elde edilen yeni reçeteler görülmektedir.

Sır viskozitesini ayarlamak amacıyla elektrolit olarak karboksi metil selüloz (CMC) ve sodyum tripoli fosfat (STPP) kullanılmıştır. Çizelgelerde görülen YTF kodu, Yurtbay Seramik Fabrikasında kullanılmakta olan şeffaf firtili sıra aittir.

Kromit atığı katkıli şeffaf firitle duvar karosu deney örneklerinin görsel incelemeleri ve aletsel olarak ölçülen renk parametreleri, başlangıçta beyaz olan standart bünye renginin kremden kahve tonlarına doğru değiştiğini göstermektedir (Şekil 3 ve Tablo 3).

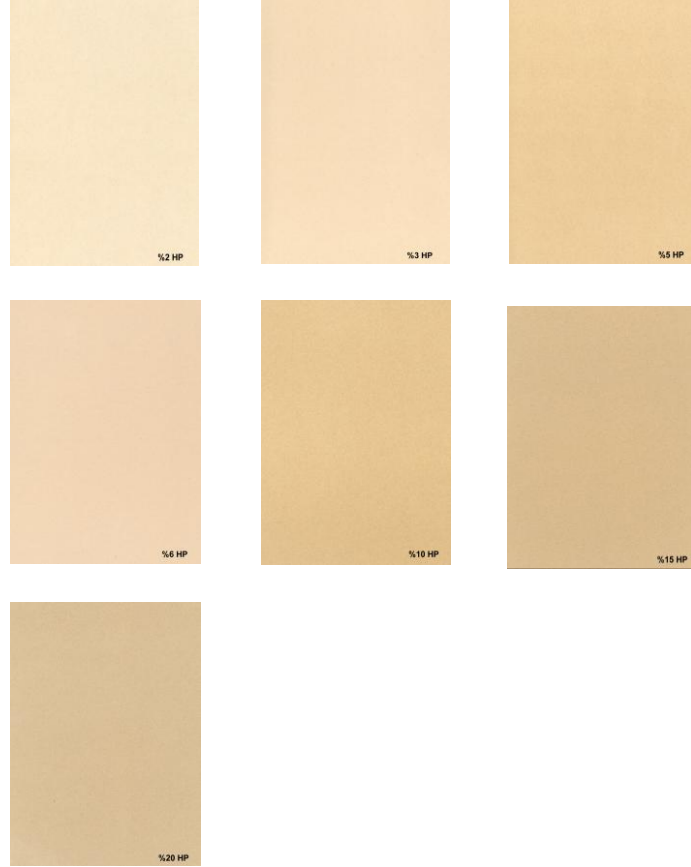
Tablo 3. Kromit pasası katkıli şeffaf firitle duvar karosu sırlarının bazı özellikleri

Sır Karışım Kodları	Lekelenme	Asit-Baz Dayanımı	Otoklav	Harkort	Sertlik (Mohs)	Renk Parametreleri		
						L	a	b
HP ₂	Olumlu	Dayanıklı	Dayanıklı	+145°C	3	81,84	1,65	10,96
HP ₃	Olumlu	Dayanıklı	Dayanıklı	+145°C	3	74,21	3,92	13,97
HP ₅	Olumlu	Dayanıklı	Dayanıklı	+145°C	3	71,87	3,80	17,27
HP ₆	Olumlu	Dayanıklı	Dayanıklı	+145°C	3	71,63	4,80	13,21
HP ₁₀	Olumlu	Dayanıklı	Dayanıklı	+145°C	3	68,84	4,42	18,39
HP ₁₅	Olumlu	Dayanıklı	Dayanıklı	+145°C	3	66,93	4,42	15,96
HP ₂₀	Olumlu	Dayanıklı	Dayanıklı	+145°C	3	66,35	3,83	14,58

Şeffaf firitle sırlarda renklendirici olarak doğrudan kullanılan kromit pasası katkıli sırların renk parametreleri (CIE-L*a*b) incelendiğinde, şeffaf firitle duvar karosu sırina %2'den %20'ye kadar artan oranlardaki kromit pasası ilavesinin, sırların beyazlık değerlerinde önemli derecede düşüşe sebep olduğu sonucuna varılmıştır. Artan katkı oranlarına bağlı olarak kromit atığı pasa ilavesinin şeffaf firitle sır renklerinde b değeri hafiften sarılığa doğru kaydırırken, a değerlerini de kırmızılığa doğru çekmektedir.

Sonuçlar, kromit atığı olan pasanın şeffaf firitle sırlara ilavesi ile, içerdiği renklendirici oksitlerden (Fe₂O₃, Cr₂O₃, NiO, MnO, TiO₂) dolayı beyazlık üzerinde önemli azaltıcı etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Şekil 3'te artan oranlarda (%2–20) kromit pasası katkılı şeffaf firtili duvar karosu sırlı yüzeyleri görülmektedir. Artan katkı oranına bağlı olarak elde edilen renkler açık bejden mat ve koyu kahveye doğru değişim göstermiştir.



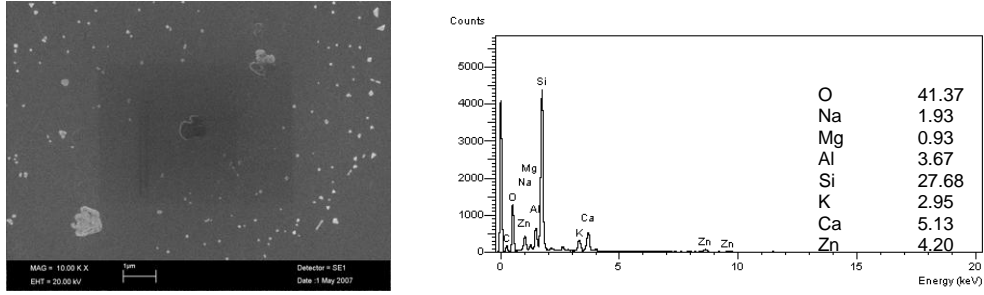
Şekil 3. Kromit atığı katkılı şeffaf firtili duvar karosu sırları (%2–20)

Sırlı yüzeylerde, kromit pasasının artan katkı oranlarıyla parlaktan mata doğru değişim gösteren farklı tonlar elde edilmiştir. Bunun nedeninin, kromit pasasının içerdiği alüminyum ve magnezyumdan kaynaklandığı düşünülmektedir.

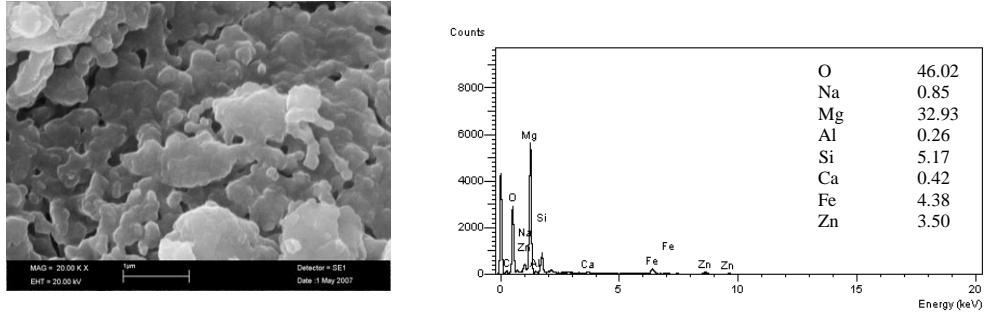
Taramalı Elektron Mikroskobu Çalışmaları

Bu bölümde kromit atığı katkılı şeffaf firitli sırların kırık yüzeyinden alınan Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) görüntüleri ve EDX analizlerinden elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

Şekil 4'te, %3 kromit atığı katkılı şeffaf firitli sır içerisinde dağılmış, yer yer aglomere olmuş küçük kristaller saptanmıştır. Mikroyapı görüntülerinden ve EDX analizlerinden anlaşılacağı gibi sır içinde heterojen dağılım gösteren ve 10000 büyütmede 1 µ'dan küçük Villemmit (Çinko Silikat-Zn₂SiO₄) kristalleri (Karasu ve Turan, 2001) olduğu düşünülen fazlara rastlanmıştır.



Şekil 4. %3 Kromit atığı katkılı şeffaf firitli sırların SEM-EDX analizi



Şekil 5. %20 Kromit atığı katkılı şeffaf firitli sırların SEM-EDX analizi

Şekil 5'teki EDX analizi, yapının Mg, Si, Fe ve Zn bakımından zengin olduğunu göstermektedir. Bu fazların Hematit (Fe₂O₃), Diopsit (CaMgSi₂O₆) ve Villemmit (Zn₂SiO₄), kristallerine ait olduğu sanılmaktadır.

Sonuçlar

Bu çalışmada ekonomik değeri olmayan endüstriyel katı atıklardan, Minsan Madencilik Krom Zenginleştirme Tesisi atığı olan serpantin zengin kromit pasası kullanılmıştır. Çalışmada seramik renklendiricisi elde etmek amaçlanmıştır ve kromit atığı boya olarak değerlendirilmiştir.

Bünyelerde SEM-EDX sonuçlarının da gösterdiği gibi demir oksidin (hematit-Fe₂O₃) olması, sır renklerinin açık kremden artan oranlarla birlikte kahverengi ve tonlarında geniş bir renk yelpazesi sergilemesine yol açmıştır. Bu da bize seramik kaplama malzemeleri üreten fabrikalarda en sık kullanılan renklerden olan krem, kahverengi ve tonlarının, demir içerikli kromit atığından daha ekonomik bir şekilde sağlanabileceğini, hiçbir probleme neden olmadan ortaya koymaktadır.

Hazırlanan sırlar her bileşimde işletme engoplu (astarlı) karo bünyeleri ile uyum sağlayarak, yüzeyi mükemmel derecede kapatmıştır. Herhangi bir çatlama ya da genişleme uyumsuzluğu meydana gelmemiştir.

Teşekkür

Kromit pasasının sağlanmasında yardımcı olan Minsan Madencilik A.Ş.'ne ve deneysel çalışmalarımın endüstriyel koşullarda gerçekleştirilmesini sağlayarak, fabrika olanaklarının kullanımına izin veren Yurtbay Seramik Fabrikası yönetici ve çalışanlarına; Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde sağladığı maddi destek dolayısıyla Ç.Ü. BAP Birimi'ne (ProjeNo: MMF2006D3) teşekkür ederim.

Kaynaklar

- AY, N., ÇAKI, M., 1991. Baca Tozlarının Sırların Renklendirilmesinde Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Uluslararası Seramik Kongresi Bildiriler Kitabı, Türk Seramik Derneği Yayınları, No:5, s.241–249.
- EROL, M., GENÇ, A., ÖVEÇOĞLU, M., L., YÜCELEN, E., KÜÇÜKBAYRAK, S., TAPTIK, Y., 2000. Characterization of a Glass Ceramic Produced From Thermal Power Plant Fly Ashes. Journal of the European Ceramic Society 20, p. 2209–2214.
- FERRARIS, M., SALVO, M., SMEACETTO, F., AUGIER, L., BARBIERI, L., CORRADI, A., LANCELLOTTI, I., 2001. Glass Matrix Composites from Solid Waste Materials. Journal of the European Ceramic Society, 21, p. 453–460.
- GENÇ, S., BAŞKIRAN, H., ELMALI, N., 2002. Eti Bor Kırka Bor İşletmesinde Üretilen Konsantre Tinkal, Elek Üstü ve Kil Pestili Atıklarının Kırmızı Pişen Bünyelerde Sır İçinde Kullanımının Araştırılması. II. Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu, , Eskişehir, Türkiye, s. 242–247.
- KARASU B., ERTORUL, U., VE ÖZGÜNEŞLİ, G. 2004. Kobalt ve Bakır İçeriği Açısından Zenginleştirme İşlemine Tabi Tutulmuş Bakır İzabe Cüruflarının Çini Dekorlarında Renklendirici Olarak Değerlendirilmesi. Seramik Türkiye Dergisi, Türk Seramik Federasyonu, Ocak-Mart Sayısı, s.62–65.
- KARASU, B., GEREDİ, E., 2002. Fırıtleştirilmiş Borax Konsantre Atığının Yer Karosu Sırlarının Özelliklerine Etkisi. I. Uluslararası Bor Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Kütahya, Türkiye, s.198–201.
- KARASU, B., KAYA, G., KOZULU, R., 2002. Konsantre Boraks Atığının Duvar Karosu Sırlarında Feldspat Yerine Kullanımı. I. Uluslararası Bor Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Kütahya, Türkiye, s.193–197.

- KAYA, G., ÇAKI, M., 2004. Albit Flotasyon Atıklarının Stoneware ve Porselen Bünyelerin Özelliklerine ve Mikroyapılarına Etkileri. Seramik Federasyonu Dergisi, No:04, s.79–85.
- KILINÇ MİRDALI, N., ÇETİN, S., 2005. Mersin Kromsan Fabrikası Atığının Sır Altı Dekorasyonunda Kullanımı. III. Uluslararası Katılımlı Seramik Cam Emaye, Sır ve Boya Semineri, 17–19 Ekim, Eskişehir, s 693–698.
- KIPÇAK, İ., ÖZDEMİR, M., 2005. Bor Endüstrisi Atıklarından Boraks Şlamının Duvar Karosu Üretiminde Kullanılabilirliğinin Araştırılması. III. Uluslararası Katılımlı Seramik Cam Emaye, Sır ve Boya Semineri, 17–19 Ekim, Eskişehir, s.607–614.
- OLGUN, A., ERDOĞAN, Y., AYHAN, Y., ZEYBEK, B., 2005. Development of Ceramic Tiles From Coal Fly Ash and Tincal Ore Waste. Ceramics International, 31, s.153—158.
- OYMAN, R., ÖZKAN, İ., 2005. Salihli Sart Maden İşletmelerindeki Atık Kilin Yer Karosunda Kullanılabilirliğinin Araştırılması. III. Uluslararası Katılımlı Seramik Cam Emaye, Sır ve Boya Semineri, 17–19 Ekim, Eskişehir, s.598–606.
- PARK, Y.J., HEO, J., 2002. Nucleation and Crystallization Kinetics of Glass Derived From Incinerator Fly Ash Waste. Ceramics International, 28, p.669–673.
- PELINO, M., 2000. Recycling of Zinc Hydrometallurgy Wastes in Glass and Glass Ceramic Materials. Waste Management, 20, p. 561–568.
- PISCIELLA, P., CRISUCCI, S., KARAMANOV, A., PELINO, M., 2001. Chemical Durability of Glasses Obtained by Vitrification of Industrial Wastes. Waste Management, 21, p.1–9.
- ŞÖLENAY, E., ÇETİZ, H., 2005. Kromit Cevheri İşleme Atığının 1200°C'de Stoneware Sır Bünyelerinde Değerlendirilmesi. III. Uluslararası Katılımlı Seramik Cam Emaye, Sır ve Boya Semineri, 17–19 Ekim, Eskişehir, s.720–726.
- TANOĞLU, M., KARA, H., ÖVEÇOĞLU, M.L., 1992. Çeşitli Hammadde Katkılı Demir-Çelik Cüruflarından Geliştirilen Cam Seramikler-I: Doğal Kromit Katkılı Cüruf Bazlı Cam Seramiklerin Karakterizasyonu. Uluslararası Seramik Kongresi Bildiriler Kitabı, Türk Seramik Derneği Yayınları No: 5, 19–23 Ekim, s.127–137.
- TOPATEŞ, G., ÜSTÜNDAĞ, C.B., ÖZAY, Ö., YILDIZ, M., BALBA, A., 2005 Çan Termik Santral Uçucu Külünün Seramik Sırlarında Kullanımı. III. Uluslararası Katılımlı Seramik Cam Emaye, Sır ve Boya Semineri, 17–19 Ekim, Eskişehir, s. 593–597.
- VARBİL, M., 1999. Musalı Köyü Gözne İçel Kromitlerinin Zenginleştirme Çalışmaları. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, ADANA.
- YILMAZ, Ş., TOPLAN, H., 2004. Uçucu Kül Esaslı Sırlar ve Endüstriyel Uygulamaları. Seramik Türkiye Dergisi, Temmuz-Eylül, s.151–154.