

Etibor Kırka Boraks İşletmesi DSM Elek Üstü Atığının Duvar Karosu Bünyesinde Katkı Malzemesi Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması

Investigation of the Usability of Etibor Kırka Borax DSM Sieve Disposal for Additive Material of Wall Square

N. Ediz, H. Yurdakul, A. fcsi

Dumlupınar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Seramik Mühendisliği Bölümü. Kütahya

ÖZET: Günümüzde özellikle tek pişirim ile üretim yapan seramik fabrikalarının önemli sorunlarından birisi şekillendirme sonrası ürünlerin düşük mukavemetleri nedeni ile üretim hatlarındaki kayıplardır. Bu nedenle şekillendirilmiş ürünlerin bu kaybını önleyecek düzeyde yaş ve kuru mukavemete sahip olmaları istenmektedir. Bu çalışmada, yüksek miktarda kil içeriğine sahip olan Eskişehir Etibor A.Ş. Kırka Boraks İşletmesi DSM elek üstü atığı, standart duvar karosu bünyesinde kalsitin yerine % 3, % 5, % 7, % 10 ve % 12 oranlarında ilave edilerek oluşturulan yeni bünyelerin fiziksel ve mekanik Özellikleri İncelenmiş, % 3, % 5 ve % 7 DSM elek üstü atık ilaveli R₁, R₂ ve R₃ reçetelerinin duvar karosu üretiminde yaş ve kuru mukavemeti artırmak için ithal edilen katkı malzemelerinin yerine kullanılabileceği ve işletmelerin üretim maliyetini önemli oranda azaltacağı belirlenmiştir.

ABSTRACT: One of the most important problems in ceramic factories which utilize single firing process is the loss of product in the lines due to the low strength of the products after forming. Therefore, it is desired that the formed products have higher dry and wet strengths to prevent these losses. In this research, physical and mechanical properties of the standart wall tile bodies produced by adding DSM clay waste in place of calcite by 3%, 5%, 7%, 10% and 12% was investigated and it was understood that the recipes of R₁, R₂ and R₃ which include 3%, 5% and 7% DSM clay waste respectively, could be used in wall tile production in place of exported materials to increase dry and wet strength and reduce production costs.

1.GİRİŞ

İnşaat sektörünün gelişimine paralel olarak bu sektörün en büyük girdilerinden birisi olan seramik karo ihtiyacı da aynı hızla artmaktadır. Artan talep nedeni ile yeni hammadde kaynaklarına gereksinim gün geçtikçe artmaktadır.

Kaolin, ball clay, bentonit ve münönorillom minerali içeren killer, günümüzde geleneksel seramiklerin üretim proseslerinde inorganik bağlayıcı olarak kullanılmaktadırlar. Bağlayıcılar, pişirim öncesindeki şekillendirilmiş ürünün elle tutulabilmesi ve üretim esnasında taşınabilmesi için gerekli olan yaş mukavemeti artırmaktadırlar (Reed, 1995).

Dünya bor pazarında önemli bir yere sahip olan Etibor Kırka Boraks İşletmesi Bor Türlevleri

Tesisleri'nden yaklaşık 150.000 ton/yıl kil içeren atık açığa çıkmaktadır (Ediz, 1999).

Kırka Boraks İşletmesi atık killerinin değerlendirilmesi hem seramik karo sanayiine ek hammadde kaynağı yaratması hem de işletmedeki atıkların atılması sırasında ortaya çıkan problemlerin en aza indirmesi açısından önem taşımaktadır (Sönmez & Yorulmaz,1995).

Seramik endüstrisinde 1980'li yıllardan itibaren tek pişirim yöntemi uygulanmaya başlanmıştır. Bu yöntemde seramik bünye ve su- beraber pişerek yoğun bir yapı elde edilmektedir (Yurdakul & Topkaya, 2001).

Şekillendirilmiş seramik malzemenin taşıyıcı bantlarda kırılmadan ilerleyebilmesi için yeterli yaş mukavemete ve sırlama ünitesinde desen

uygulanacak ise elek baskı makinasının uyguladığı kuvvete karşı yeterli kuru mukavemet değerine sahip olması gerekmektedir. İşletmelerde bu İki parametrenin düşük olması durumunda üretim hatlarında çok büyük kayıplar ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla yaş ve kuru mukavemeti artırmak için ithal katkı malzemelerinin kullanılması, üretim maliyetlerini etkileyerek nihai ürünün satış fiyatını artırmaktadır. Bu çalışmadaki amaç ise hem seramik ürünlerin şekillendirme sonrasındaki yaş ve kuru mukavemet değerlerini artırmak hem de çevreye zarar verebilecek atık bir malzemenin bu sayede geri dönüşümünün sağlanabilmesidir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Çalışmada kullanılan kil, silis kumu, pegmatit ve kalsit Eskişehir Toprak Seramik A.Ş.'den sağlanmıştır DSM elek Üstü atık ise Eskişehir Etibor A.Ş. Kırka Boraks İşletmesi'nden temin edilmiştir. Kırka Boraks İşletmesi Bor türevleri tesisinde oluşan DSM elek üstü atık, çözündürme tankından sonra DSM eleğine beslenen ve çözünmeyen kısımlardan oluşan elek üstünden alınan atıktır Bu atığın kimyasal bileşimi Çizelge 1'de görülmektedir. Kimyasal analiz Toprak Bozuyük Karo Fabrikası Laboratuvarında atomik spektrometre cihazı ile yapılmıştır.

Çizelge 1 DSM elek ustı atığının kimyasal analizi (ağırlıkça)

Bileşenler	% Oranı
S_1O_3	15,83
Al_2O_3	1,06
Fe_2O_3	0,24
TiO_2	0,01
CaO	20,66
MgO	19,84
NaiO	2,58
K_2O	0,63
U_2O	0,37
ZnO	-
PbO	0,04
B_2O_3	3,99
Ateş Kaybı	34,75

Duvar karosu bünye çamurunu hazırlamadan önce bütün hammaddelerin nem değerleri tespit edilmiş ve buna göre öğütme için değirmene yüklenecek

reçete bileşimi ayarlanmıştır. Hazırlanan reçeteler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2 Hazırlanan duvar karosu reçeteleri

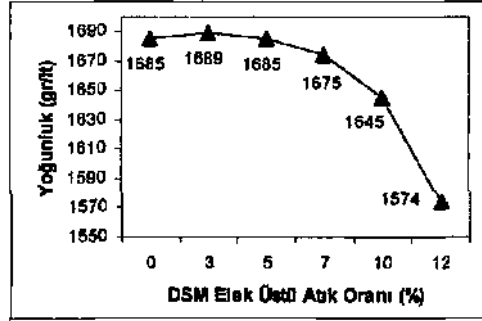
Reçete	Kalsit Oranı (<%)	DSM Atık Oranı (*)
R ₀	12	0
R ₁	9	3
R ₂	7	5
R ₃	5	7
R ₄	2	10
R ₅	0	12

Çizelge 2, referans ve DSM elek üstü atık katkı duvar karosu bünye reçetelerini göstermektedir. Çizelge 2'den görülebileceği gibi duvar karosu standart bünyesinde (R₀) kullanılan kalsit % 12'dir. R₁, R₂, R₃, R₄ ve R₅ reçetelerinde kalsit oranı sırasıyla % 9, % 7, % 5, % 2 ve % 0 olarak alınmıştır. DSM elek ustı atık ise sisteme % 3, % 5, % 7, % 10 ve % 12 oranlarında ilave edilmiştir. Elektrolit olarak toplam yığın % 0,9'u kadar Na₂SiO₃ (sodyum silikat) ve % 54'u kadar su ilavesi yapılarak 50 - 60 devir/dakika dönüş hızına sahip 5 kg kuru kapasiteli porselen bilyalı değirmenlerde hammaddeler 4 - 8 saat süre ile öğütülmüştür. Bu öğütme sonunda elde edilen çamur 150 um'lik elekten geçirilerek porselen kap içine boşaltılmıştır. Daha sonra 200 gr çamur ile litre ağırlığı (yoğunluk), viskozite ve elek bakiye değerlerine bakılarak standart reçetenin optimum çalışma aralığı belirlenmiştir. Fakat öğütme sonrası çamurdan alınan 200 gr numuneye yapılan litre ağırlığı (yoğunluk), viskozite ve elek bakiye testlerinde optimum çalışma aralığında olmayan reçetelere su ve elektrolit ilavesi yapılarak standart çalışma aralığına ulaşılmıştır. 150 um'lik elekten geçirilen çamur, etüvde 105 ± 5 °C'de tamamen kurutulmuş ve kuruyan numuneler halkalı değirmende öğütülmüştür. Malzeme, ağırlığının % 5 - 6 oranında su ile nemlendirildikten sonra 1 mm'lik" elekten geçirilip granül haline dönüştürülmüştür. Nem homojenliğini sağlamak için numuneler naylon poşetlere alınarak 24 saat bekletilmiştir. Hazırlanan granulier hidrolik pres ile 230 kg/cm basınç altında (8x10x0,8) cm boyutlu çelik kalıplarda şekillendirilmiş, kurutma sonrası çatlamaları önlemek için ilk önce oda sıcaklığında 2 saat tutulmuş daha sonra da 85 °C'de 22 saat etüvde kurutulmuştur. Pişirme işlemi, işletme koşullarında Eskişehir Toprak Seramik A.Ş.'nin 1130 °C'de roller tipi tek pişirim fırnında gerçekleştirilmiştir.

Son ürünlerin mekanik ve fiziksel özelliklerim belirlemek amacıyla kuru ve pişme küçülmelen hesaplanmış, yaş, kuru ve pişme mukavemeti ile su emme değerleri ve bünye renk değişim değerleri ölçülmüştür.

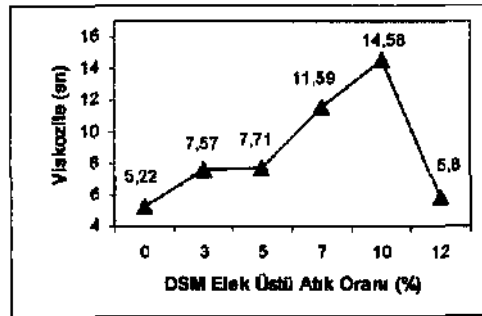
3. DENEYSEL SONUÇLAR ve TARTIŞMA

DSM elek üstü atık katkılı reçetelere ait litre ağırlıklan (yoğunluk) değerleri Şekil 1'de verilmiştir. Hazırlanan reçetelerde artan atık miktar ile birlikte litre ağırlığı değerlerinde azalma olduğu görülmüştür.



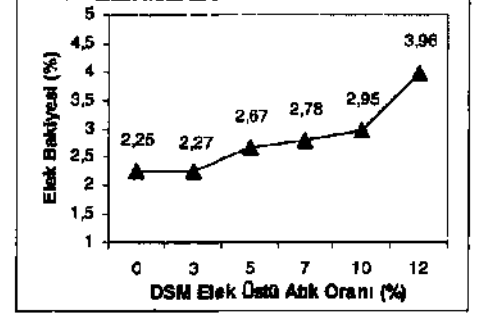
Şekil 1 Hazırlanan reçetelerin yoğunluk değerleri

Çamur hazırlama işlemleri sırasında alınan örneklerde yapılan viskozite ölçümleri sonucunda elde edilen değerler Şekil 2'de verilmiştir. Deneyler sonucunda R₁, R₂, R₃ ve R₄ reçetelerinde viskozite değerlerinin arttığı, R₅ reçetesinde ise bu değerlerin ani olarak düştüğü görülmektedir. Bu düşüşün, sisteme fazla miktarda şü ve elektrolit ilavesi yapılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



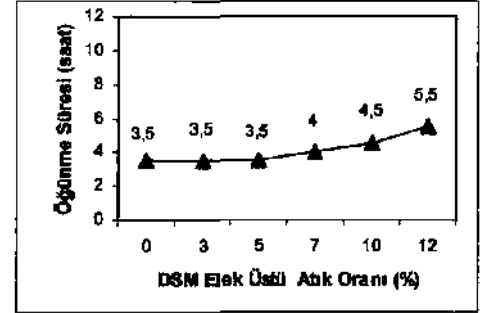
Şekil 2 Hazırlanan reçetelerin viskozite değerleri

DSM elek üstü atık katkılı reçetelere ait elek bakiyesi değerleri Şekil 3'de verilmiştir. Elde edilen değerlere göre artan atık miktar ile birlikte elek bakiyesi değerlerinde artış olduğu görülmüştür.



Şekil 3 Hazırlanan reçetelerin elek bakiyesi değerleri

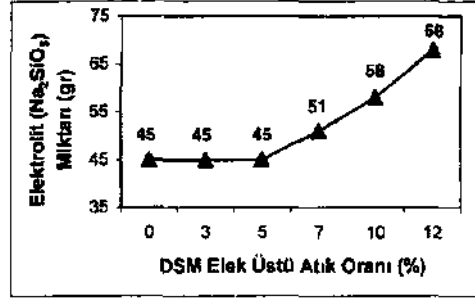
DSM elek üstü atık katkılı reçetelere ait öğünme süreleri Şekil 4'te verilmiştir. Bu sonuçlara göre artan atık miktar ile birlikte öğünme sürelerinin de arttığı görülmüştür.



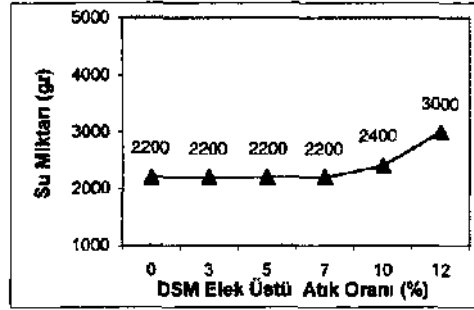
Şekil 4 Hazırlanan reçetelerin öğünme süreleri

DSM elek üstü atık katkılı reçetelere ait elektrolit miktarları (Na₂SiC₃) Şekil 5'te verilmiştir. Oluşturulan reçetelerde kullanılan atık miktarının artması ile birlikte gerekli olan elektrolit miktarlarının da arttığı görülmüştür.

DSM elek üstü atık katkılı reçetelerin çamurlarının hazırlanması aşamasında öğütme için gerekli su miktarları Şekil 6'da verilmiştir. Ölçülen değerler sonucunda artan atık miktar ile birlikte gerekli su miktarlarının arttığı görülmüştür.



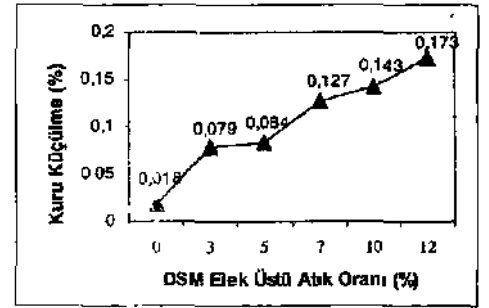
Şekil 5 Hazırlanan reçetelerin elektrolit miktarı



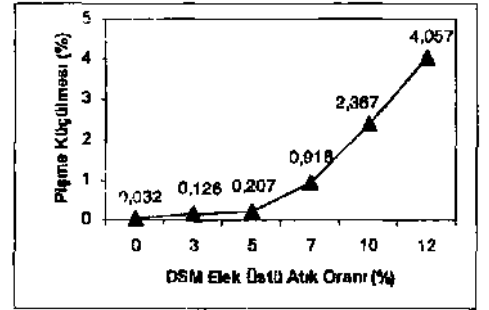
Şekil 6 Hazırlanan reçetelerin su miktarları

Kalsit yerine % 3, % 5, % 7, % 10 ve % 12 oranlarında DSM elek üstü atık ilave edilerek oluşturulan R_j, R₃, R₅, R₇ ve R₁₂ reçetelerinde artan DSM elek üstü atık ile birlikte R₁ ve R₂ reçetelerinde öğünme süresinin, su ve elektrolit miktarlarının standart reçetede olduğu değerlerle aynı olduğu, R₃, R₄ ve R₅ reçetelerinde ise kullanılan atık miktarının artması ile orantılı olarak bu değerlerin de arttığı görülmektedir. Bununla birlikte bütün reçetelerde artan DSM elek üstü atığı ile birlikte viskozite ve elek bakiye değerlerinin arttığı görülmektedir. Bunun nedeni olarak, DSM elek üstü atığı ile birlikte gelen, standart reçeteye göre su absorplama yetenekleri ve öğünme süresi fazla olan kil minerallerinin artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yoğunluk değerleri incelendiğinde ise genel olarak R₄ ve R₅ reçetelerinde büyük oranda düşüş olduğu gözlenmektedir. Hazırlanan reçetelerin çamur hazırlama aşamasında yapılan deneyler sonucunda elde edilen verilere göre % 3, % 5 ve % 7 DSM elek üstü atık katkılı R_j, R₅ ve R₃ reçetelerinin duvar karosu üretiminde kullanımının uygun olacağı saptanmıştır.

Reçetelere ait kum küçülme ve pişme küçülmesi değerleri Şekil 7 ve Şekil 8'de verilmiştir. DSM elek üstü atığının % 3, % 5, % 7, % 10 ve % 12 oranlarında kalsitin yerini almasıyla oluşturulan R₁, R₂, R₃, R₄ ve R₅ reçetelerinde artan DSM elek üstü atık miktarıyla birlikte kuru küçülme ve pişme küçülmesi değerleri de artmaktadır. Kuru küçülmedeki artışta kil miktarının fazlaşmasının önemli bir rol oynadığı, pişme küçülmesindeki artışın ise DSM elek üstü atığından gelen Li₂O, Na₂O ve K₂O oranlarının camı faz miktarını artırmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

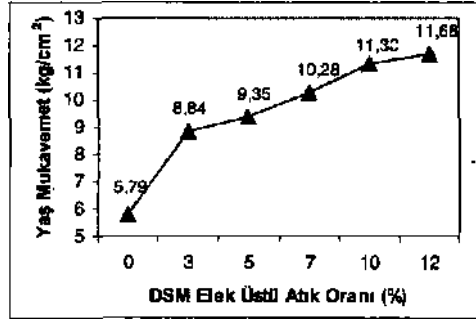


Şekil 7 Ha/ırlırtan reçetelerin kuru küçülme değerleri

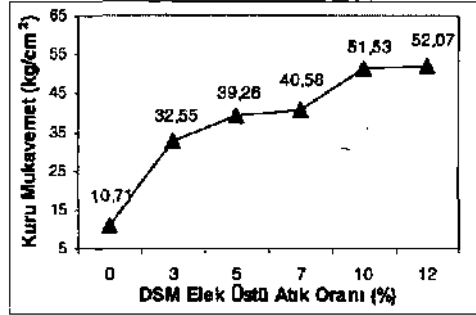


Şekil 8 Hazırlanan reçetelerin pişme küçülmesi değerleri

Şekil 9 ve Şekil 10'da reçetelerin yaş ve kuru mukavemet değerleri verilmiştir. R₁, R_j, R₃, R₄ ve R₅'e ait sonuçlar incelendiğinde yaş ve kuru mukavemetin, artan DSM elek üstü atık miktarı ile arttığı görülmektedir. Bu artış, bünyedeki kil minerallerinin yüksek bağlayıcılık özelliklerinden kaynaklanmaktadır.

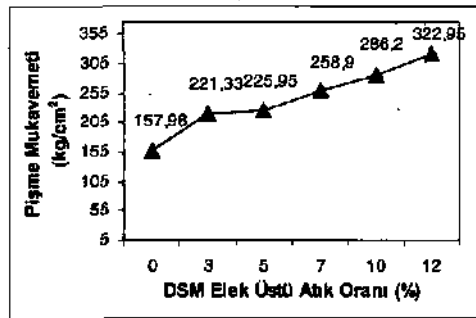


Şekil 9. Bünyelerin yaş mukavemet değerleri.



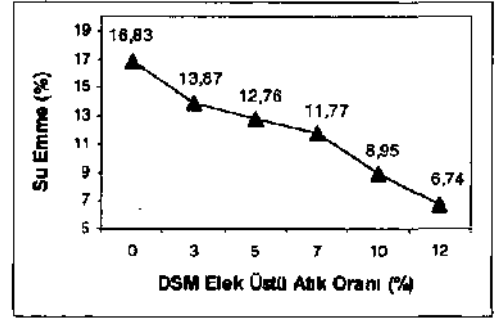
Şekil 10. Bünyelerin kuru mukavemet değerleri.

DSM elek üstü atık içerikli bünyelerin pişme mukavemeti değerleri de Şekil 11'de verilmiştir. Deneylerde kullanılan atık miktarındaki artışla birlikte pişme mukavemetinin de giderek artmasının sebebi, yapıdaki Li₂O, Na₂O ve K₂O'ın camsı faz oluşturarak sinterleşme esnasında taneler arası boşluğu doldurması ile daha yoğun bir yapı oluşturması olarak düşünülmektedir.



Şekil 11. Bünyelerin pişme mukavemet değerleri.

Tüm reçetelere ait su emme değerleri Şekil 12'de verilmiştir. Kalsit yerine değişik oranlarda DSM elek üstü atık ilave edilerek oluşturulan R₁, R₂, R₃, R* ve R₅ reçetelerinin su emme değerleri artan DSM elek üstü atık miktarıyla düşmektedir. Hazırlanan reçetelerde DSM elek üstü atık miktarının artması ile birlikte sistemde U₂O, Na₂O ve K₂O miktarının da artması nedeni ile oluşan camsı faz, açık poroziteleri doldurarak su emme değerlerinin düşmesine neden olmuştur.



Şekil 12. Bünyelerin su emme değerleri.

Bünye renk değişim parametreleri Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelge incelendiğinde R₂, R₃, R₄ ve R₅ reçetelerinin a değerlerinin azalması bünye renginin yeşile doğru, R₁ reçetesinin a değerinin artması ise kırmızıya doğru bir renk kaymasını göstermektedir. Bütün reçetelerin b değerlerinin artması bünye renginin sanya doğru bir renk kaymasını göstermektedir. Artan DSM elek üstü atık miktarı ile birlikte tüm reçetelerin L değerlerindeki azalma bünyelerin beyazlığının azaldığını göstermektedir.

Çizelge 3. DSM elek üstü atık katkılı reçetelerin optik (L, a, b) değerleri.

Reçete	DSM Elek Üstü Atık Miktarı (%)	L	a	b
R ₀	0	79,07	+4,33	+14,97
R ₁	3	76,15	+5,04	+17,30
R ₂	5	76,22	+4,04	+16,59
R ₃	7	75,07	+3,89	+16,79
R ₄	10	71,39	+3,10	+16,16
R ₅	12	70,64	+3,18	+16,43

4 GENEL SONUÇLAR

DSM elek Üstü atığının içermiş olduğu yüksek miktardaki kil, yaş ve kuru mukavemet değerlerinin artmasına neden olmuştur. Atığın kimyasal kompozisyonundaki Li_2O , Na_2O , K_2O gibi alkali oksitlerin smterleme esnasında oluşturdukları camsı faz, pişme mukavemetini standart reçeteye göre oldukça artırmıştır. Camsı fazın artması açık porozitelerin azalmasına ve su emme değerlerinin düşmesine neden olarak R4 ve R5 reçetelerinde duvar karosu için gerekli olan su emme standartı sınırlarının dışına çıkartmıştır (TS EN 159)

Gerek çamur hazırlama aşamasında çamur özelliklerinin, standart reçetedeği değerlere uygunluğu, gerek küçülme oranlarının ve mukavemet değerlenmn kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu ve gerekse su emme oranlarının TS EN 159'a uygunluğu nedeni ile R₁, R₂ ve R₃ reçetelerinin (% 3, % 5 ve % 7 DSM elek üstü atık katkı) duvar karosu üretiminde kullanılabilceği belirlenmiştir. Seramik sanayiinde özellikle tek pişirimle üretim yapan işletmelerde, pişirim öncesinde taşıma ve desenleme sırasında büyük kayıplar oluşmaktadır. Deneyler sonucunda R₁, R₂ ve R₃ reçetelerinin yaş mukavemetleri standart reçeteye göre oldukça fazla arttığı gözlenmiştir. Kuru mukavemetlerinin ise standart reçeteye göre, atık oranı % 3 olduğunda bile 3 kat artmış, % 7 atık kullanılan R₃ reçetesinde ise 4 kat artmıştır. Bu sonuçlara göre DSM elek üstü atığının kullanılması ile hem işletmelerdeki düşük mukavemet (yaş ve kuru) nedeni ile oluşan kayıplardan doğan zararlar ortadan kalkacak hem de hiçbir şekilde değerlendirilmeyen atık kullanılarak çevreye zararı önlenecektir. Ayrıca bu atıkların kalsit yerine kullanılması ile kalsit tüketim giderlerinden yaklaşık % 60 kazanç sağlanacaktır.

KAYNAKLAR

- Ediz, N, 1999 Tıncal Cevherinin Zenginleştirilmesi ve Borlu Suların Antılmssında Tek Kademeli Çözme Helezonu Kullanımı Doktora Tezi Osmangazi Üniversitesi Fen Bilinilen Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabıhm Dalı. Eskişehir s 47-55
- Reed, J, 1995 Principles of Ceramics Processing, Chapter XI, p 173, New York, USA
- Sönmez, E & Yorulmaz, S 1995 Kırka Boraks İşletmesi Artık Killerinin Tuğla Yapımında Kullanılabilirliğinin Araştırılması Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu tızrlır s 163-168
- TS EN 159/Mart 1997 Seramik Karolar- Toz Halinde Preslenmiş-Su Emmesi $E > \%10$ (B III) (1 Sınıf Karolar için)

Yurdakul, H & Topkaya, A 2001 Eskişehir Kırka Boraks İşletmesi Konsantre ve Türev Atıklarının Duvar Karosu Bünyesinde Kullanılabilirliğinin Araştırılması D P Ü Müh Fak Ser Müh Böl Bırme Projesi Kütahya s 65-66