

Bor Atığının Tuğla Sanayinde Kullanılabilirliğinin Araştırılması Investigation of Usability of Emet Kolemanite Plant Tailings in Brick Industry

A. Yamık, A. Uçar, U. Demir, O. Şahbaz,
Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Kütahya

ÖZET: Bu çalışmada, Etibank Emet Kolemanit İşletmesi bor atığı, Seyitömer Termik Santral külü ve tuğla kili karışımının, tuğla yapımında kullanılabilirliği araştırılmıştır. Temin edilen numuneler öğütüldükten sonra değişik oranlarda harmanlanarak nemlendirilmiş ve kalıplara dökülerek şekillendirilmiştir. Yapılan deneylerde bor atığı %5-20, termik santral külü %5-20 ve tuğla kili %60-90 oranında değiştirilmiştir. 25x25x115 mm boyutlarında şekillendirilen numuneler 24 saat oda sıcaklığında kurutulmuş, daha sonra etüvde 110 °C de kurutulan numuneler, pişirme hızı 150 °C/h olan fırında 800 ile 1100 °C arasında ayrı ayrı pişirilerek plastiklik suyu, doğrusal kuruma küçülmesi, toplam doğrusal kuruma küçülmesi, su emme ve basınç dayanımı testleri yapılmıştır. Yapılan testler sonunda, TSE standardına uygun tuğla karışımının A6 kodlu reçetede elde edildiği saptanmıştır.

ABSTRACT: In this study, the usability of the mixture of the Emet Kolemanit İşletmesi boron tailing, Seyitömer Thermic Power Plant ashes and brick clay in making bricks was searched. After the samples were ground, they were blended in different amounts, moisturized, and moulded. In the experiments done, the portions boron waste was changed 5 to 20%, thermic power plant ashes 5 to 20% and brick clay 60 to 90%. The samples shaped in 25x25x115 mm's, were dried in the room temperature for 24 hours. Later, the samples dried in 110 °C in a sterilizer (drying oven) were fired separately in an oven whose firing speed is 150 °C/h in about 800 to 1100 °C. Then, water plasticity, linear drying shrinkage, total linear drying shrinkage, water absorption and pressure resistance tests were done. As a results of the tests, it was found that the brick mixture which was suitable for the TSE standards was obtained in the recipe coded A6.

1. GİRİŞ

Türkiye, yaklaşık 1 275 milyon ton olan Dünya bor cevheri rezervinin, 803 milyon ton rezervle %63'tine sahipken, bor pazarında, 1,3 milyon ton (%42.2) yıllık üretimle, üretimi yıllık 1,72 milyon ton olan ABD'den sonra ikinci sırada yer almaktadır. Türkiye'de bulunan en önemli bor cevherleri kolemanit, üleksit ve tinkaldir. Bu cevherlerin zenginleştirilmesi sonucunda değişik tenörlerde, boyutlarda ve önemli miktarlarda tesis artıkları ortaya çıkmaktadır (Boncukoğlu, 2002; Boncukoğlu, 2003; Özdemir, 2003; Uslu, 2003; Yamık, 2003; Arslan, 1999).

Ülkemizde artan sanayileşme ile birlikte, artıkların stoklanması sorun olmakta ayrıca, bu atıklar çevre

kirliliği açısından da büyük tehlike yaratmaktadır. Bu nedenle; bu tür atıkların ucuz hammadde kaynağı olarak değerlendirilmesi, hem çevresel sorunları giderici hem de ülke ekonomisine katkı sağlaması açısından önem taşımaktadır (Emrullahoğlu, 2002; Karasu, 2002).

Bugün bor ürünleri, pek çok endüstri dalında ana girdi hammadde olarak yer almaktadır. Tüketimin hızla artışı kadar, yeni kullanım alanlarının da günden güne ortaya çıkışı ve borun yakın gelecekte enerji üretim kaynağı olarak kullanılabilme olasılığı, bu hammaddeye bir ayrıcalık kazandırmaktadır (Poslu & Arslan, 1995).

A Yamık, A. Uçar, U. Demir, O. Şahbaz

Büyük miktarlarda artık oluşturan ve önemli çevresel problemlere neden olan dallardan biride termik santral külleridir. Dünya çapında elektrik enerjisine olan talep artışına paralel olarak kömürle çalışan santrallerin sayısı da artmış ve artmaya da devam etmektedir. Santrallerden sürekli olarak çok miktarlarda uçucu kül ve cüruf çıkmaktadır. Dünya yıllık uçucu kül üretimi 600 milyon tonun üzerinde iken ülkemizde üretim yıllık 15 milyon tondur. Termik santral külü çimento, tuğla, beton ve seramik sanayi gibi pek çok sanayi dalında kullanılmaktadır (Erol, 2003; Lorenzo, 2003).

Bu çalışmanın amacı büyük çevresel sorun oluşturan ve değerlendirilmesiyle daha ekonomik olacağı düşünülen artık malzemeleri kullanarak ve tuğla kili malzeme oranını düşürerek standartlara uygun tuğla üretiminin sağlanmasıdır.

2. MALZEME VE YÖNTEM

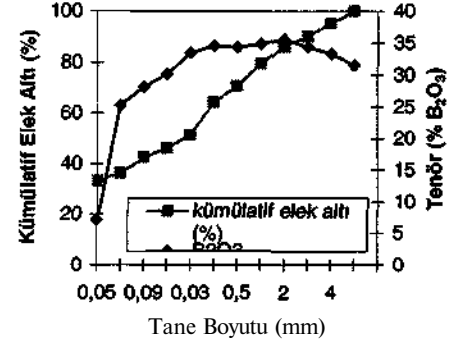
2.1 Malzeme

DeneySEL çalışmalarda, Etibank Emet Kolemanit işletmesi, konsantratörü -25 mm elek altı, Seyitömer Termik Santral Külü ve Doğan Tuğla Fabrikasından alman tuğla kili kaşımı kullanılmıştır. -25 mm bor artığı, killi toprak ve termik santral külünün kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Kullanılan Malzemelerin Kimyasal Analiz Sonuçları.

Bileşim	-25 mm Bor Artığı (%)	Termik Santr. Kül (%)	Tuğla Kili (%)
B ₂ CH ₃	22,90	-	-
SiO ₂	21,16	44,58	33,21
CaO	18,65	6,76	6,88
MgO	5,31	8,98	0,08
Al ₂ O ₃	6,21	22,54	9,65
K ₂ O	1,30	0,06	0,06
Fe ₂ O ₃	1,61	9,85	3,74
Na ₂ O	0,41	0,22	3,41
As	0,27	-	-
CO ₂	-	-	17,68
SO ₂	-	-	21,28
KK ₂	21,97	-	-

Bor numunesinin elek analizine bağlı B₂O₃ tenor ve dağılımları Şekil 1'de verilmektedir.



Şekil 1. -25 mm Elek Altı Bor Atığının Elek Analizi, B₂O₃ Tenor ve Dağılımları.

2.2 Yöntem

Emet kolemanit konsantratörü 25 mm elek altı kolemanit artığı ve termik santral külü 80 °C'de 8 saat etüvde kurutulduktan sonra, bilyalı değirmende 75 mikronun altına öğütülmüştür. Öğütülen malzemeler %5 ila %20 arasında değişik oranlarda tuğla kiline kaşınolarak deney numuneleri hazırlanmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2'de verilen oranlarda hazırlanan numuneler (reçeteler), %20 oranında nemlendirilmiş ve 20 atm basınç altında kalıplara dökülmüş, pişirilmiş ve deneyler çalışmaları yapılmıştır.

Çizelge 2. Farklı Oranlarda Katkılarla Hazırlanan Numuneler ve % Oranları.

Numune	Malzeme		
	- 25 mm Bor Artığı (%)	Termik Santral Külü (%)	Tuğla Kili (%)
A1	5	5	90
A2	10	5	85
A3	10	10	80
A4	15	5	80
A5	15	10	75
A6	15	15	70
A7	20	5	75
A8	20	10	70
A9	20	15	65
A10	20	20	60

2.2.1 Plastiklik Suyu Deneyi

Reçete bileşimine su ilave edilerek uygun kıvamda bir çamur hazırlanmış ve bünyede hava kabarcığı kalmayacak şekilde yoğrulmuştur. Hazırlanan çamur üstü ıslak bir bezle örtülerek bir gece dinlendirmeye bırakılmıştır.

Bu çamurdan, 25*25*115 mm boyutunda dikdörtgen prizma şeklinde numuneler hazırlanmıştır. Hazırlanan deney numuneleri tahta bir zemin üzerine yerleştirilmiş ve 24 saat oda sıcaklığında kurutulmaya bırakılmıştır. Burada, tuğlanın şeklindeki değişmeyi en aza indirebilmek için kurumanın ilk saatinde birer saat arayla alt yüzeyler değiştirilmiştir. 24 saat sonunda, 55 °C'lik etüvde 4 saat bekletildikten sonra 110 °C'de 24 saat daha kurutulmaya bırakılmıştır. Kurutulmuş numuneler pişme hızı 150 °C/h olan fırında 800, 900, 1000 ve 1100 °C'de ayrı ayrı pişirilmiştir. Son sıcaklıkta yarım saat sabit tutulmuştur. Fırınn kendi halinde soğumaya bırakılmış ve 200 °C'nin altına düşürüldüğünde, numuneler fırından çıkartılmış desikatöre alınmış ve oda sıcaklığına soğutulmuştur.

2.2.2 Doğrusal Kuruma Küçülmesi Deneyi

Hazırlanan numunelerin şekillendirilmesinden sonra, uzun eksenleri üzerinde kumpas ile 100 mm($\pm 0,1$ mm) uzunlukta işaretler konulmuştur. Numuneler kurutulduktan sonra işaretler aynı mesafede tekrar ölçülmüş ve en az 5 ölçümün ortalaması alınmıştır.

2.2.3 Toplam Doğrusal Küçülme Deneyi

Hazırlanan numune doğrusal kuruma küçülmesi deneyindeki, sıra takip edilerek hazırlandıktan sonra, 800, 900, 1000 ve 1100 °C'deki sıcaklıklarda ayrı ayrı pişirilmiştir ve işaretler arası mesafe kumpas ile hassas olarak ölçülmüştür.

2.2.4 Su Emme Deneyi

Hazırlanan tuğla numuneleri 0.2 gr hassasiyetle tartılmış ve 105 °C (+ 5) de 4 saat bekletilmiştir. Etüvden çıkarılan numuneler 0,2 gr hassasiyetle tartılmış ve değerler kaydedilmiştir. Tartılan tuğla numuneleri standarda uygun olarak 1/3'ü su içinde kalacak şekilde küvet içerisinde 4 saat bekletildikten sonra, yine tuğla hacmini 2/3'ü su

içinde kalacak şekilde 4 saat daha bekletilmiştir. Son olarak tuğlaların tamamı su içinde kalacak şekilde 24 saat daha bekletildikten sonra, tuğla numuneleri yüzeylerindeki su silinerek 0,2 gr hassasiyetle tartılmış ve su emme değerleri belirlenmiştir.

2.2.5 Basınç Dayanım

Bu özellik yapı sanayinde taşıyıcı olarak kullanılan tuğlalar için oldukça önemlidir. Tipi ne olursa olsun bir tuğlanın görünüm ve diğer özelliklerinden önce, taşıyabileceği yükün belirlenmesi gereklidir. Numune, basınç dayanım cihazı içerisine yerleştirildikten sonra, saniyede 5-6 kgf/cm² basıncın artması sağlanacak şekilde çarpmasız olarak kırılana dek üst ve alt yüzeylere uygulanmıştır.

3. DENEYSEL BULGULAR

Emet Kolemanit İşletmesi konsantratörü - 25 mm bor artığı, Seyitömer Termik Santrali Külü ve tuğla kili karışımı ile hazırlanan, her grupta yapılan 10 adet tuğla numunesinin test sonuçları ve TSE kriterleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Plastiklik suyu yönünden, standartlara en yakın değerler A1, A2, A3 ve A6 numunelerinden elde edilmiştir. Diğer numunelerde plastiklik suyu %30 civarında kalmıştır. Bor oranının artması plastiklik suyunda artışa, kül oranındaki artış ise azalışa neden olmuştur.

Doğrusal kuruma küçülmesi yönünden, A6, A9 ve A10 numuneleri standartlara uygun değerler arasındadır. Bor ve kül oranındaki artış doğrusal kuruma küçülmesinde azalışa neden olmuştur. Özellikle kül oranındaki artış bu değerlerin düşmesini daha fazla sağlamıştır.

Toplam doğrusal küçülme değerlerine bakıldığında, A1 numunesi dışındaki tüm numunelerin, standartlara uyduğu görülür. Doğrusal kuruma küçülmesindeki durum aynı şekilde toplam doğrusal küçülmede de geçerlidir.

A1, A2 ve A3 dışındaki numuneler, su emme oran bakımından standartlar arasında bulunmaktadır. Bor oranındaki artış, porozitede dolayısıyla su emmede bir artışa neden olmuştur. Kül oranındaki artış ise

