

Bor Atıklarının Yapı Malzemesi Üretiminde Değerlendirilmesi

Utilisation Of Boron Waste In The Production Construction Materials

i. DEMİR

A.K.Ü Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü, AFYON

M. ORHAN

Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğl Bölümü, ANKARA

ÖZET: Çalışmada Kırka Boraks işletmesi bor atıkları pomza kumu ile belli oranlarda karıştırılarak plastik şekillendirme esaslarına uygun olarak örnekler hazırlanmıştır. Çalışmada kullanılan kil hammaddesinin mineralojik ve kimyasal analizleri belirlenmiştir, ön deneyler için Örnekler üzerinde şekillendirme, kurutma ve pişirme testleri uygulanarak optimum karışım oranı ve pişirme sıcaklığı belirlenmiştir. Deney örnekleri üzerinde kuruma küçülmesi, toplam küçülme, plastisite, ateş kaybı vb. fiziksel testler uygulanarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Pişmiş örnekler üzerinde basıncı mukavemeti, su emme, don dayanım, birim hacim ağırlığı, porozite vb. deneyler uygulanmıştır. Sonuçta ağırlıkça belli oranlarda pomza kumu ile karışım yapılarak 900 °C de pişirilmesi ile hafif ve gözenekli yapı blokları üretilebileceği belirlenmiştir.

ABSTRACT: In this study, pumice sand and borax waste provided from Kırka Borax Inc. was used in different mixture to prepare specimens. We followed plastic forming essentials in the preparation of the specimens. Chemical and mineralogical behaviours of the clay raw materials were analysed, in addition drying, firing, and forming tests were applied in the specimens. Optimum mixture ratio and firing temperature were analysed. Also, drying shrinkage, total shrinkage, plasticity, lost of ignition, etc. were measured and results were investigated. Finally, compressive strength, water absorption freeze test, bulk density, and porosity tests, were applied in the fired specimens. We obtained that light and porous building blocks can be produced firing at 900 °C

GİRİŞ

Bor, doğada serbest olarak bulunmaz. Bor elementi, doğada değişik oranlarda bor oksit (B₂O₃) ile 150'den fazla mineralin yapısı içinde yer almasına rağmen; ekonomik anlamda bor mineralleri kalsiyum, sodyum ve magnezyum elementleri ile hidrat bileşikleri halinde teşekkül etmiş olarak bulunur. Bor minerallerinden ticari değere sahip olardan; tinkal, kolemanit, üleksit, probertit, borasit, szyabeit, hidroborasit ve kernit'tir. Bor madenleri, topraktan çıkarıldıktan (tüvenan cevher) sonra kırma, eleme, yıkama ve öğütme işlemlerim müteakip, ilgili sanayilerin kullanımına hazır hale gelebilmektedir.

Bor çok çeşitli ve "yaygın kullanım alanları ile endüstrinin vazgeçilmez hammaddelerinden biridir.

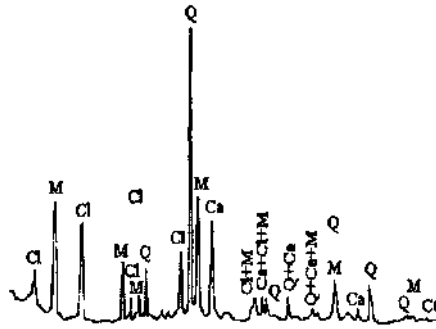
Türkiye sahip olduğu bor mineralleri ve rezervlerinin büyüklüğü, minerallerin dünya pazarlarında aranılan nitelikleri ve çeşitliliği açısından önemli bir konumda olup, dünya rezervlerinin yaklaşık %62'sine sahiptir (Postu ve Arslan,1995). Bu nedenlerle bor cevherlerinin en verimli şekilde üretimi ve açığa çıkan atıkların etkili şekilde bertaraf edilmesi, madencilik sektörü ve ülkemiz açısından önem arz etmektedir. Günümüzde atıkların çevreye zarar vermeden uzaklaştırılması, ülke madenciliğinin gelişmesinin ve büyümesini etkileyen en önemli teknik problemlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Sabah ve Yaşilkaya, 2000). Eskişehir-Kırka'daki tinkal cevheri dünyanın en büyük boraks yatağını oluşturmaktadır. B₂O₃ içeriği %26-27 arasında değişen ve açık ocak işlemeciliği ile

ocaktan çıkarılan cevher, konsantratör tesisinde yıkama ve dağıtma yöntemi ile zenginleştirilerek tenoru %32-34 B₂O₃ seviyesine çıkartılmaktadır. Cevherde tinkal mineralinin yanında suda çözünmeyen safsızlıklar da bulunmaktadır. Bu safsızlıkların dolomit ve montmorillonit üpi kilden oluştuğu bilinmektedir (Mordoğan vd, 1995; Bulutçu vd, 1998; Eti Bor A.Ş., 1998). Eti Bor A.Ş Genel Müdürlüğü Kırka Boraks İşletmesi Konsantratörü ve Bor Türevleri Tesisinde tinkal konsantrasi ve boraks pentahidrat üretimi yapılırken önemli miktarda (400.000 ton/yıl) atık ortaya çıkmaktadır (Yarmk vd., 1995). Son yıllarda göletlerde biriken katı atıkların değişik üretim proseslerinde hammadde yada katkı maddesi olarak kullanımına yönelik çalışmalar olumlu sonuçlar vermektedir (Mordoğan vd., 1995; Sönmez vd., 1993; Sönmez ve Yorulmaz, 1995; Ediz ve Özdağ, 1995; Yaman ve Marşoğlu, 1998; Genç vd., 1998; Sevim, 1998; Fındık 1998.).

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Çalışmada kullanılan hammaddeler

Çalışmada Eti Holding Kırka Boraks işletmesi tinkal konsantratör atığı, tuğla kili ve pomza kumu kullanılmıştır. Konsantratör atığın kimyasal bileşimi Çizelge 1'de, tuğla kili ve pomza hammaddesinin kimyasal bileşimi Çizelge 2'de verilmiştir. Kil, bor atığı ve pomza numunelerinde tuğla üretimi için zararlı olabilecek miktarda bileşiğe rastlanmamıştır. Kil numunesinin X- ışınlan kırınımı incelemesinde kalsit, kalsiyum karbonat, klnoklar, kaolin, muskovit ve kuvars mineralleri belirlenmiştir



Şekil 1 Tuğla kıl örneklerin X- ışınlan diraktogramı (C Kalsit, Ca CaCO₃, d: Klnoklar, K Kaolin, MMuskovit QKuvars)

2.2. Deney Örneklerinin üretimi

Çalışmadan karşılaştırmalı sonuçlar alabilmek için üç ayrı seride deney örneği Üretilmiştir (ÇİZ. 3). Örnek üretiminde kullanılan bor atığı ve tuğla kili labaratuvar tıpi merdaneli ezicide ezildikten sonra 1 mm'lik elekten elenmiştir. Pomza ise ezicide 2 mm açıklığa ayarlı merdaneden geçirildikten sonra 2 mm'lik elekten elenerek kullanılmıştır.

Belirtilen oranlarda alınan malzemeler kuru karışım yapıldıktan sonra su ilave edilerek plastik kıvama gelinceye kadar el ile yoğrulmuştur. Plastik kıvamda hazırlanan karışım 20 mm çapında silindirik çelik kalıpta plastik şekillendirme esaslarına uygun olarak yeterli sayıda deney numunesi üretilmiştir. Numuneler 20 mm çap ve 40 mm boyunda hazırlanmıştır.

Çizelge 1 Konsantre tinkal, kıl pestil] ve elek üstü atıkların kimyasal yapısı (Soner vd, 2002; Şölenay, 2002)

Oksit	Konsantre Tinkal	Kil Pestili	Elek Üstü
B ₂ O ₃	35,08	12,09	22,84
SiO ₂	7,53	15,28	12,95
Al ₂ O ₃	0,82	1 5 3	1,11
CaO	7,06	11,80	10,85
MgO	6,35	13,37	9,48
K ₂ O	0,47	-	0,82
Na ₂ O	17,15	-	11,58
Fe ₂ O ₃	0,22	-	0,25
TiO ₂	-	-	0,02
Kızd.K.	22,09	21,58	25,76

Çizelge 2 Tuğla kılı ve pomzanın kimyasal bileşimi.

Oksit	Tuğla kili	Pomza
SiO ₂	50.86	54.48
Al ₂ O ₃	20.80	15.72
CaO'	3.62	4.27
MgO	1.98	1.02
K ₂ O	4.00	5.38
Na ₂ O	0.56	4.16
SO ₃	1.27	0.88
Fe ₂ O ₃	7.08	4.55
TiO ₂	-	0.84
Kızd K.	8.76	2.51
TOPL.	98.93	93.97

Çizelge 3. Numune karışım oranları

Seri Kodu	Bor atığı	Pomza	Tuğla kili
A	-	-	100
B	1/3	1/3	1/3
C	1/2	1/2	-

2.3. Kurulma ve pişirme

Deney örnekleri 24 saat normal hava koşullarında bekletildikten sonra değişmez ağırlığa gelinceye kadar ortalama 12 saat 110 °C'de etüvde kurutulmuştur. Kurutma işlemi sonunda örneklerin kuru tartılan ve boyut ölçümleri kaydedilmiştir. Her seride yeterli sayıda örnek 900 ve 1000 °C sıcaklıkta zaman ayarlı elektrikli fırında ve maksimum sıcaklıkta 30 dakika bekletilerek pişirilmiştir. Numuneler soğuduktan sonra oda sıcaklığına (+21°C) getirilmiş ve 0,0001 gr hassasiyetli terazide tartımları yapılmıştır. Deney örneklerine mekanik ve fiziksel testler uygulanmıştır.

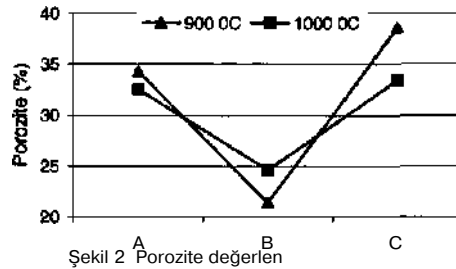
3. BULGULAR

Çalışmadan elde edilen bulgular ve tartışma bu bölümde verilmiştir, örneklerde herhangi bir kuruma arızasına rastlanmadığı gözlenmiştir. Pişme sonrası deney örnekleri incelenmiş ve kırılma, dağılma, çatlama vb. pişirme arızalarının oluşmadığı belirlenmiştir.

3.1. Deney Örneklerinin fiziksel ve mekanik özellikleri

Katkısız (A) serisi Örneklerin porozite değerleri % 34,3 ve 32,5, (B) serisinde %21,4 ve 24,6 ve (C) serisinde % 38,6 ve 33,4 olarak elde edilmiştir (Şekil 2).

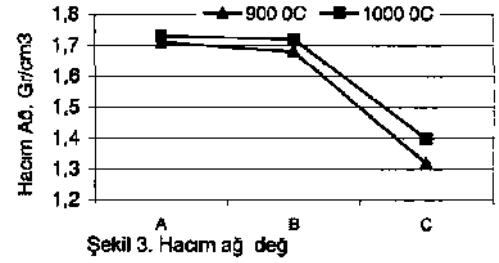
En küçük porozite değerleri (B) serisinde elde edilmiştir. Bunun tuğla kili ve bor atığın sinterleme aşamasında camlı faz miktarını artırması ve buna



Şekil 2. Porozite değerleri

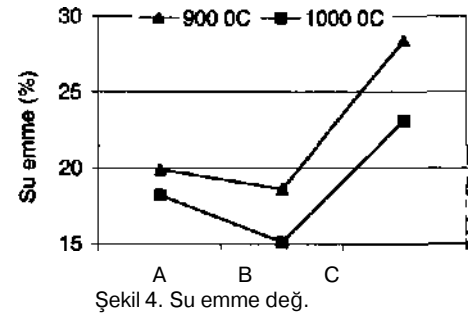
bağlı olarak gözenek miktarındaki azalmadan kaynaklandığı düşünülmektedir. (C) serisinde en yüksek porozite değeri elde edilmiştir. Buna karışma giren pomza miktarındaki artışın sebep olduğu düşünülmektedir. Pişme sıcaklığının artması porozite değerlerini azaltmıştır. Porozite değerlerindeki artış su emme oranını artırmakla birlikte pomzanın küçük gözenekli yapısı nedeniyle ısı yalıtımı bakımından olumlu etki yapması beklenmektedir.

Hacim ağırlığı değerleri 1,73 ile 1,32 gr/cm³ arasında değişmektedir. Pomza katkı deney örneklerin birim hacim ağırlığı değerlerinde azalmaya yol açmıştır (Şek. 3).



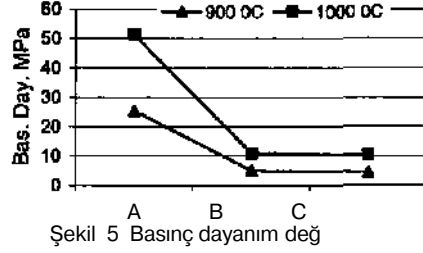
Şekil 3. Hacim ağırlığı

Su emme değeri en küçük (B) serisinde %15,10 ve en çok (C) serisinde %28,4 olarak elde edilmiştir (Şek. 4). Buna (B) serisinde bor atığının sinterleme sıcaklığını düşürmesi ile daha çok camlı faz oluşması ve açık gözenek oranının azalmasının sebep olduğu düşünülmektedir.



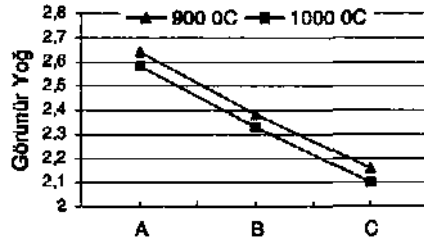
Şekil 4. Su emme değeri

Katkısız (A) serisine göre pomza katkılı (B) ve (C) serilerinde basınç dayanımı değerleri belirgin biçimde azalma göstermiştir (Şek. 5). Pomza katkı oranlarının artması basınç dayanım değerlerini azaltmıştır.



Buna pomza katkının gözenek miktarını artırmasının neden olduğu düşünülmektedir. Sinterleme sıcaklığının artması basınç dayanımı değerlerinde artış sağlamıştır. Görünür yoğunluk değerleri en yüksek A serisinde 2,64 gr/cm³ ve en küçük değer C serisinde 2,10 gr/cm³ olarak elde edilmiştir (Şek. 6). Görünür yoğunluk değerine etki eden iki faktör gözlenmiştir. Bunlardan biri pomza katkı oranı olup; katkı oranı arttıkça görünür yoğunluk değerlerinde azalma belirlenmiştir. Diğer etken pişirme sıcaklığıdır. Sıcaklık artışı görünür yoğunluk değerlerini azaltmıştır. Buna sinterleme sıcaklığındaki artış ile birlikte açık gözeneklerin önemli oranda kapanarak azaldığı ve kapalı gözenek miktarında artışa neden olduğu düşünülmektedir.

Dona dayanım testi sonunda örnekler üzerinde kopma, dağılma, parçalanma vb. hasarların oluşup oluşmadığı gözle muayene edilerek kontrol edilmiştir. Önemli sayılabilecek hasarlara rastlanmamıştır. Pişmiş örnekler zararlı kireç ve manyezi deneyi uygulanmıştır. Bunun için örnekler, içinde oda sıcaklığında su bulunan su kabına ve tamamen su altında kalacak şekilde yerleştirilip bu şekilde 24 saat bekletildikten sonra, kap bir ısı kaynağının üzerine konularak kaynamakta olan su kabı içinde 2 saat süre ile tutulmuştur. Daha sonra, sudan çıkarılıp gözle muayene edilmiştir. Önemli sayılabilecek çatlama, kopma, pullanma, dağılma vb. hasarların oluşmadığı gözlenmiştir.



Şekil 6. Görünür yoğunluk değ.

4. SONUÇLAR

Bor atıklarının çevreye zarar vermeden yeni ürünlerin üretiminde değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Bu çalışmada bor atığı malzemenin pomza kumu ile karışımı yapılarak hafif yapı bloğu Üretimi araştırılmıştır. Pomzanın bor atığı ile ağırlıkça %50 oranında karışım yapılarak 900 °C sıcaklıkta pişirilmesi ile porozitesi yüksek, birim hacim ağırlığı düşük (hafif) bir malzeme üretilebileceği belirlenmiştir. Pomza katkısı (C) serisi deney örneklerinde yüksek porozite ve düşük birim hacim ağırlık değeri elde edilmiştir. Buna göre Ürün bünyesinde oluşan yüksek porozitenin normal yapı tuğlalarına göre önemli ölçüde ısı yalıtım özelliği kazandıracakı düşünülmektedir. Laboratuvar çalışmasında elde edilen bu bulguların sanayi ölçeğinde uygulanması ve ısı yalıtım değerlerinin hesaplanması konusunda ayrı bir çalışmanın yapılması yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Ateşok, G, 1987 Polimerlenn Cevher Hazırlamadaki Yeri Kullanım özellikleri, TMMOB Madencilik Dergisi, Cilt 24, Sayı 3, Ankara, 15-22
- Bulutçu, A, N, Tırkay, S, Gürbüz, H, & Yavaşoğlu, N, 1998 Tınkal Cevherinin Zenginleştirilmesinde Organik Maddelerin Etkisi, 2 Uluslararası Cevher Hazırlama Sempozyumu, İzmir, 529-539
- Ediz, N, & Özdağ, H, 1995 Kırka Boraks İşletmesi Atık Küllerinin Tuğla yapımında Kullanılabilirliği Araştırılması, TMMOB Madencilik Dergisi, Cilt 34, Sayı 4, Ankara, 27-34
- Fındık, N, Eti bank Kırka Boraks İşletmesi Atıklarının Sırlanarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması, 1998 Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya
- Genç, S, Sevin, V, Özşeker, A., & Çakı, M, Eubank Kırka Boraks İşletmesi Konsantratör Atığının Su- Hammaddesi Olarak değerlendirilmesi, 1998 4. Seramik Kongresi, Eskişehir, 119-124
- Gür, G, Sayan, P, Tırkay, S & Bulutçu, A, 1993 Tınkal Cevherindeki Küllerin Flokülasyonuna Etki Eden Faktörler, 6. Ulusal Kıl Sempozyumu, İstanbul, 3-11
- Mordogan, H, Helvacı, C, & Malayoğlu, U, 1995 Bor Yatakları Kulen ve Güncel Göllerdeki Lityum Varlığı ve Değerlendirme Olanakları, Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, TMMOB Maden Mühendisleri Odası, İzmir, 185-196

- Poslu, K & Arslan, I, H, 1995 Dünya Bor Mineralien Üretiminde Türkiye'nin Yen Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 1995, TMMOB Maden Mühendisleri Odası, İzmir 33-42
- Sabah, E & Yeşilkaya, L 2000 Farklı Tipte Minerallerle Kırka Boraks İşletmesi Tinkal Konsantratörü Atıklarının Çökeltme Davranışının İncelenmesi, The Journal of Ore Dressing Cevher Hazırlama, sayı 3 İzmir 1 12
- Sevim, T 1998 Eti bank Kırka Boraks işletmesi Atıklarının Emaye Üretiminde Kullanılabilirliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya
- Sönmez, E, Özdağ, H, Özler, A, & Sümer, G, 1993 Kırka Boraks İşletmesindeki Atık Killerin Seramik Endüstrisinde Kullanılabilirliğinin Araştırılması, 13 Madencilik Kongresi, İstanbul, 561 566
- Sönmez, E, & Yorulmaz S ,1995 Kırka Boraks İşletmesindeki Atık Killerin Tuğla Yapımında Kullanılabilirliğinin Araştırılması, Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, TMMOB Maden Mühendisleri Odası, İzmir 163 168
- Yaman, C, & Marasoğlu, M, 1998 Bor Mineralien Atıklarından Üretilen Camı Maddenin Olası Kullanım Alanları, 4 Seramik Kongresi, Eskişehir, 97 102
- Yamık, A, Tosun, I, Y, Güneş N , & Topal E, 1995 Kırka Boraks Atıklarının Soda Lıçısı, Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 1995, TMMOB Maden Mühendisleri Odası, İzmir, 43-48