

Kalorifer Külü Kullanılarak Yapı Bloğu Üretiminin Araştırılması

I. Demir, S. Başpınar, Y. Kıbcı & A. Yıldız

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon

ÖZET. Türkiye de ısıtmada yakıt olarak çok büyük boyutlarda kömür kullanılmaktadır. Bu durum depolama alanlarında büyük miktarlarda atık külün depolanarak çok büyük boyutlarda yer kaplamasına ve değişik çevre sorunlarına yol açmaktadır. Diğer yandan gelişmiş inşaat yöntemleri, geleneksel yapı malzemelerindeki sıkıntılar ve endüstriyel atıkların bol miktarda ortaya çıkması yeni yapı malzemelerinin geliştirilmesini desteklemektedir. Bu çalışmada, konutların ısıtılmasında açığa çıkan kömür külünün yapı malzemesi üretiminde kullanılması araştırılmıştır. Bu amaçla atık sahasından alınan kül örneklerin kimyasal yapısı belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan kömür külüne bağlayıcı olarak kireç ve çimento ilave edilmiştir. Karşılaştırma yapabilmek için farklı karışım oranlarında deney örnekleri üretilmiştir. Örnekler belli süre kür edildikten sonra fiziksel ve mekanik testler uygulanmıştır. Sonuçta atık külün ekonomik şartlarda yapı blokları üretiminde kullanılabileceği belirlenmiştir.

ABSTRACT: Large quantities of coals have been used as fuel domestic use for heating in Turkey. It has been causing a considerable furnace-waste that has been dumped into landfills. On the other hand enhanced construction activities, shortage of conventional building materials and abundantly available industrial wastes have promoted the development of new building materials. In this study, usage of coal ash as supplementary building material was investigated. For this purpose, chemical analysis of the ash samples were determined. Lime and cement were added to the coal ash as a binder. In order to get comparable results samples were prepared with different composition. After certain time of curing, physical and mechanical tests were conducted. It was concluded that, waste ash can be used economically for the production of building blocks.

1. GİRİŞ

Kalorifer ve sobalarda kömürün yakılması sonucu açığa çıkan kömür külleri (cüruf) çöp depolama alanlarında önemli yer kaplamakta, bu atıkların depolanması ve yönetimi değişik çevre sorunlarına yol açabilmektedir. Ülkemizde konutların ısıtılmasında doğalgaz kullanımının yanı sıra yaygın olarak kömür kullanılmaktadır. Yanma sonucu kömürün bünye yapısına göre belli oranlarda kül ortaya çıkmaktadır. Atık küller genellikle belediyeler tarafından çöp depolama alanlarında toplanmaktadır. Kül atıklar depo alanlarında çok büyük boyutlarda yer kaplamakta ve değişik çevre sorunlarına yol açmaktadır. Bu konuda bugüne kadar bir çok çalışma yapılmıştır (Short &

Kinniburgh, 1978; Orchard, 1979; Mindess & Young, 1981; Shetty, 1993; Basri, Mannan & Zain, 1999; Kumar, 2003;).

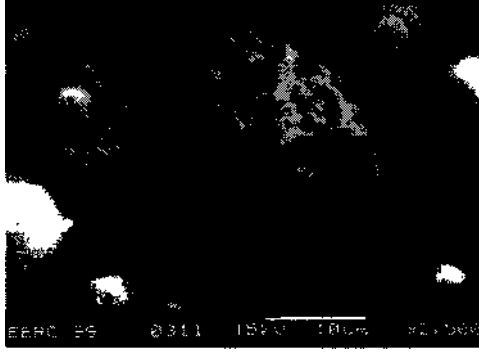
Bu çalışmada kalorifer külünün kireç-çimento bağlayıcı ile birlikte kullanılarak birim hacim ağırlığı düşük ve gözenekli, yapı blokları üretimi amaçlanmıştır,

2. MALZEME ve YÖNTEM

2.1. Çalışmada Kullanılan Malzemeler

Çalışmada hammadde olarak atık kül kullanılmıştır, Bağlayıcı olarak 25 kg'lık torba ambalajlı toz kireç

ve katkılı Portland çimentosu kullanılmıştır. Atık külün kimyasal analizi Çizelge 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Kömür külünün elektron mikroskop resimlen (ACAA, 2003).

Çizelge 1. Atık külün kimyasal bileşimi.

Oksit	Kalorifer Külü (%)
SiO ₂	33,61
Al ₂ O ₃	21,21
CaO	7,52
MgO	1,98
K ₂ O	1,26
Na ₂ O	0,34
SO ₃	1,42
Fe ₂ O ₃	9,65
TiO ₂	1,19
Kızd.Kay.	15,14

2.2. Test ve Deneylerde Kullanılan Araç ve Cihazlar

Deneylerin uygulanmasında kullanılan araç ve cihazlar aşağıda belirtilmiştir. Kül numunelerinin elenmesinde titreşimli elek makinesi kullanılmıştır. Numunelerin kurutulması işlemi sırasında Elektro - Mag 420 D tipi max 300°C 'lik sıcaklık değerlerine sahip + 5°C etüv kullanılmıştır. Örneklerinin şekillendirilmesinde 50 mm çap ve 100 mm yüksekliğinde plastik silindir kalıplar kullanılmıştır. Basınç mukavemeti deneyleri için 25 ton kapasiteli dijital göstergeli basınç presisi kullanılmıştır.

2.3. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Numunelerin hazırlanması bu bölümde verilmiştir. Yeterli miktarda alınan kül etüv kuru haline getirildikten sonra çene açıklığı 1 mm olan merdaneden geçirilerek ezilmiştir. Malzeme daha sonra 1 mm'lik elekten elenmiştir. Çalışmada ana

hammadde olan küle bağlayıcı olarak kireç ve çimento katılmıştır. Karışım oranları ağırlık esasına göre belirlenmiş ve üç ayrı seride deney numunesi üretilmiştir (Çizelge 2). Belirtilen oranlarda alınan malzemeler önce kuru karışım yapıldıktan sonra plastik kıvama gelinceye kadar su ilave edilip homojen bir hamur elde edilene kadar karıştırılmıştır. Tüm seriler için su/bağlayıcı: 0,60 alınmıştır. Bu haldeki hamur plastik kalıplara serbest döküm yolu ile dökülerek hazırlanmıştır. Kalıplarda boşluk kalmaması için şişleme yapılmıştır Her bir deney serisi için en az 12 örnek üretilmiştir. Döküldükten 24 saat sonra örnekler kalıptan çıkarılarak nemli ortamda (nemli bez ile korunarak) 28 gün bekletilmiştir.

Çizelge 2. Deney örneklerinin karışım oranları.

Ömek Kodu	Kül (%)	Kireç (%)	Çimento (%)
KA	60	25	15
KB	65	25	10
KC	70	15	15

2.4. Örneklere Uygulanan Test ve Deneyler

Örnekler üzerinde Arşimet Prensibi uygulanarak porozite, hacim ağırlığı (bulk yoğunluk), görünür yoğunluk ve su emme değerleri belirlenmiştir. Bunun için örnekler önce etüv kuru haline getirilerek tartılmıştır (W₁). Daha sonra su içinde 48 saat bekletilerek su emmeleri sağlanmıştır. Arşimet terazi düzeneğinde su içinde tartılarak su içindeki ağırlıkları belirlenmiştir (W₂). Sudan çıkan lan örneklerin su emmiş doygun ağırlıkları tartılarak belirlenmiştir (W₃). Aşağıdaki eşitlikler yolu ile örneklerin porozite, hacim ağırlığı (bulk yoğunluk), görünür yoğunluk ve su emme değerleri belirlenmiştir.

$$\% P = \frac{(W_3 - W_1)}{(W_3 - W_2)} \times 100 \quad (1)$$

$$Ha = \frac{W_1}{(W_3 - W_2)} \quad (2)$$

$$Gy = \frac{W_1}{(W_1 - W_2)} \quad (3)$$

$$\% Se = \frac{(W_3 - W_1)}{W_1} \times 100 \quad (4)$$

Burada: %P: Görünür porozite, Ha: Hacim ağırlığı (bulk yoğunluk), Gy: Görünür yoğunluk, Se: Su emme W₁: Pişmiş Kuru ağırlık (Pişmiş Ürünlerde) veya. etüv kuru su ağırlık (pişmemiş ürünler için, beton, taş .vb.) gr, W₂:Su içindeki ağırlık gr., W₃:Doygun ağırlık(sudan çıkarılan numune yüzeyi nemli bezle silinerek havada tartılır) gr.

Deney örnekleri 25 tonluk basınç presinde kırılarak basınç mukavemetleri belirlenmiştir. Örneklere uygulanan yükleme hızı 0.25 kgf/cm².sn olarak belirlenmiştir.

3. BULGULAR

Çalışmadan elde edilen sonuçlar bu bölümde verilmiştir.

Üç ayrı seride hazırlanan örneklerin porozite, hacim ağırlığı, görünür yoğunluk ve su emme değerleri çizelge 3'te verilmiştir.

Porozite değerleri sırasıyla %29,3-32,01-37,0 olarak belirlenmiştir. Bu değerler kül oranının artması ile doğru orantılı olarak artmıştır. Karışımdaki bağlayıcı miktarı ile porozite arasında ters bir ilişki belirlenmiştir. Buna göre bağlayıcı oranı arttıkça porozite değerlerinde azalma belirlenmiştir. Porozite değerleri malzemenin birim hacim ağırlığı, su emme oranı, ısı ve ses yalıtımı özelliklerini etkileyen faktör olarak önem taşımaktadır.

Çizelge 3. Deney örneklerinin porozite, hacim ağırlığı, görünür yoğunluk ve su emme değerleri.

Numune Kodu	Porozite (%)	Hacim ağırlığı (gr/cm ³)	Görünür yoğunluk (gr/cm ³)	Su emme (%)
KA	29,38	1,13	1,59	25,72
KB	32,01	1,12	1,65	28,60
KC	37,0	1,11	1,85	33,33

Birim hacim ağırlığı değerleri sırası ile 1,13-1,12-1,11 gr/cm³ olarak belirlenmiştir. Normal beton birim hacim ağırlığı 2,4 gr/cm³ olarak kabul edilmektedir. Buna göre deney örnekleri ile normal beton birim ağırlığı karşılaştırıldığında %100'e yakın bir azalma gerçekleşmiştir.

Görünür yoğunluk değerleri sırasıyla 1,59-1,65-1,85 gr/cm³ olarak belirlenmiştir. Karışımdaki kül

oranı arttıkça görünür yoğunluk değerlerinde artış belirlenmiştir.

Örneklerin ağırlıkça su emme değerleri sırasıyla %25,72; %28,60; %33,33 olarak belirlenmiştir. Karışımdaki kül oranı arttıkça su emme değerlerinde artış belirlenmiştir. Buna kül miktarındaki artış ile birlikte katı faz oranının azalması ve gözenek miktarının artmasının neden olduğu düşünülmektedir.

Deney örneklerinin basınç mukavemeti değerleri Çizelge 4'te verilmiştir. Elde edilen basınç mukavemeti değerlerine göre KA serisi örneklerin Deprem Yönetmeliği ve TS 705'te taşıyıcı duvar elamanları için verilen 50 kgf/cm² basınç dayanımını karşılamaktadır. KB ve KC serisi örneklerin ise yük taşımayan bölme duvar elemanı olarak kullanılması uygun olacaktır.

Çizelge 4 Örneklerin basınç dayanımı değerleri (kgf/cm²).

Numune seri Adı	KA	KB	KC
Basınç Day.	51,25	25,50	16,55

4. ÖNERİLER

Ülkemizde konutların ısıtılmasında yılda milyonlarca ton kömür kullanılmakta ve atık olarak milyonlarca ton kül ortaya çıkmaktadır. Bu çalışma konutların ısıtılmasında kullanılan kömür külünün kireç ve çimento ile bağlanarak hafif ve gözenekli duvar elamanları üretilmesi konusunda bir ön çalışma niteliğindedir. Porozite değerleri ve buna bağlı olarak su emme değerleri nispeten yüksektir. Ancak duvar içinde kullanılacağı ve doğrudan su etkilerine maruz kalmayacağı dikkate alındığında yüksek porozitenin ısı yalıtım özelliğini ve yapının nefes alma yeteneğini olumlu etkileyeceği düşünülmektedir. Çalışma atık malzemelerin geri dönüşümünün sağlanması bakımından önem taşımaktadır. Çalışmanın ileri aşamalarında daha farklı karışım oranları ve bağlayıcılar kullanılarak geliştirilmesi ve örneklerin ısı yalıtım katsayıları ölçülerek yalıtım değerleri belirlenmesi uygun olacaktır.

KAYNAKLAR

H., B., Basti, M., A., Mannan, M., F., M., Zain, 1994. *Concrete Using Waste Oil Palm Shells as Aggregate*. Cem. Concr. Res. 29 (4) 619-622.

S., Kumar, 2003. *Fly Ash-Lime- Phosphogypsum Hollow Blocks for Walls and Partitions*. Building and Environment, 38, 291-295.

S., Mmdess, J., F., Young, 1981. *Concrete* Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

D., F., Orchard, 1979. *Concrete Technology* Fourth ed., Applied Science Publishers, Science Publishers, London.

M., S., Shetty, 1993. *Concrete Technology* S., Chand, India.

A., Short, W., Kinniburgh, 1978. *Lightweight Concrete*, third ed., Applied Science Publishers, London.

<http://vywww.eerc.und.nodak.edu/carrc/>; 1993,

American Coal Ash Association (ACAA).