

POMZA AGREGALI HAFİF BETON BLOKLARIN MEKANİK ÖZELİKLERİNİN VE YANGIN ETKİSİ ALTINDAKİ DAVRANIŞININ İNCELENMESİ

Veysel AKYÜNCÜ¹ (ORCID: 0000-0003-3171-1553)*

¹İnşaat Mühendisliği Bölümü, Çorlu Mühendislik Fakültesi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, Türkiye

Geliş / Received: 05.04.2017

Kabul / Accepted: 26.10.2018

ÖZ

Günümüz beton teknolojisinde hafif doğal agregaların hafif beton üretiminde kullanımı giderek artmaktadır. Bu çalışmada hafif agrega olarak Kayseri – Talas yöresine ait pomza kullanılmış olup, normal agregalı beton blok ile değişik oranlarda pomza içeren beton bloklar, karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Toplamda 6 seri beton blok üretimi yapılmış olup, normal beton blok dışında beş seride belirli oranlarda kum ile pomza yer değiştirilerek hafif beton blok üretimi yapılmıştır. Hafif beton ve normal beton blokların yangın direncini karşılaştırmak amacıyla 1 m³ hacime sahip kapalı alan oluşturulmuş ve yangın başlatılmıştır. Beton blok tuğlalarda yüzey sıcaklığı değerleri ölçülmüş olup hafif beton blok tuğlalarda ulaşılan maksimum yüzey sıcaklığı %50 oranında daha düşük çıkmıştır. Yangın etkisine maruz kalmış normal beton ve hafif beton bloklar basınç etkisi altında kırılmış olup hafif beton bloklarda % 6 oranında düşüş meydana gelirken normal beton bloklarda basınç dayanım kaybının % 18 oranında meydana geldiği görülmüştür. Sonuç olarak pomza ile üretilmiş hafif beton blokların yangın etkisinde normal blok betonlara göre daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Pomza, hafif agrega, hafif beton blok, mekanik ve fiziksel etkiler, yangın etkisi.

INVESTIGATION OF THE MECHANICAL PROPERTIES AND FIRE BEHAVIOUR OF PUMICE AGGREGATE LIGHTWEIGHT CONCRETE BLOCKS

ABSTRACT

In today's concrete technology, the use of lightweight aggregates in the production of lightweight concrete is increasing. In this study, pumice belonging to Kayseri - Talas region was used as lightweight aggregate and concrete blocks containing normal aggregated concrete and pumice in different proportions were examined comparatively. Six series of concrete blocks were produced in total, and lightweight concrete blocks were produced by replacing the pumice with sand in specific rates of five series except normal concrete block. In order to compare the fire resistance of light concrete and normal concrete blocks, a closed area with a volume of 1 m³ was formed and fire started. Surface temperature values were measured in concrete block bricks and the maximum surface temperature reached in light concrete block bricks was %50 lower. Normal concrete blocks and lightweight concrete blocks exposed to fire were broken under pressure effect and it was observed that the loss of compressive strength was %18 in normal concrete blocks when the light concrete blocks decreased by %6. As a result, it is seen that lightweight concrete blocks produced by pumice have better effect on fire than normal block concrete.

Keywords: Pumice, lightweight aggregate, lightweight concrete block, mechanical and physical properties, fire effect.

*Corresponding author / Sorumlu yazar. Tel.: +90 282 250 23 89; e-mail/e-posta: vakyuncu@nku.edu.tr

1. GİRİŞ

Yapı malzemelerinin hızlı bir şekilde gelişme göstermesi dayanım ve dayanıklılık özellikleri yüksek malzemelerin önemini arttırmıştır. En önemli yapı malzemesi olarak beton; ihtiyaca cevap verebilecek özelliklerde olmalı, ayrıca dayanım ve dayanıklılık özelliklerinin gelişmiş olması istenmektedir.

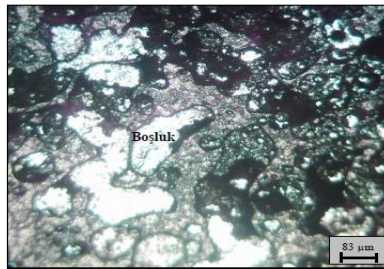
Günümüz beton teknolojisinde hafif agregalı beton bloklar, normal betonların yerini alarak birçok mühendislik uygulamalarında kullanılmaktadır. Betonarme yapılarda betonun birim hacim ağırlığının azaltılarak yapı üzerindeki toplam yükün azaltılması istenir ve bu yüklerin en önemlisi de sabit yüklerdir. Bu nedenle hafif betonun kullanılmasıyla sabit yükler azaltılır ve taşıyıcı elemanların boyutları küçültülerek ekonomik bir fayda elde edilebilir [1-4]. Hafif betonların çeşitli üretim yöntemleri vardır. Bu metotlardan en önemlisi ise beton bileşenlerinden olan ince malzemeyi çıkarmaktır. Hafif beton üretiminin diğer bir yolu ise kimyasal katkıları kullanarak betonun içinde hava boşluklarının meydana getirilmesidir. Bu tip betonlar boşluklu veya gaz beton olarak da bilinirler. Hafif beton üretiminde en çok kullanılan yöntemlerden bir tanesi ise hafif agregalar kullanılarak üretilen hafif betonların üretimi, normal agregalar yerine boşluk oranı daha yüksek agregalar kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Bazı hafif agregalar doğal olarak elde edilirken bazıları da doğal malzemelerden veya endüstriyel yan ürünlerden üretilirler. Pomza, diatomit, scoria (bazaltik pomza), volkanik cüruf ve tüf doğal agregalar grubundandır. Diatomit dışında kalanların tümü volkanik kökenlidir [2,6,7].

Hafif yapı elemanının boyutuna göre TS 3234'te pomza taşı en büyük tane boyutunun 20 mm, 12,5 mm veya 10 mm olması gerektiği ön görülmüştür [8]. Gevşek birim hacim ağırlığı TS EN 13055 standardına göre hafif agregada 1100 kg/m^3 'ü geçmemelidir [9]. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmeliğe göre taşıyıcı duvarlarda kullanılacak doğal ve yapay kargir elemanların en düşük basınç dayanımı, brüt basınç alanına göre en az 5 MPa olmalı ve bodrum katlarda kullanılacak doğal taşların basınç dayanımı en az 10 MPa olmalıdır denilmektedir [10].

Pomza volkanik bir kayac türü olup volkanik faaliyetler sonucunda asidik ve bazik karakterli olarak oluşmaktadır, ayrıca volkanik bir cam yapısındadır. Yeryüzünde en yaygın olarak kullanılan çeşidi asidik pomzadır ve kirlili beyaz renktedir. Bazik pomza ise literatürde scoria olarak adlandırılan dilimizde ise bazaltik pomza olarak bilinen siyahımsı renkteki pomza türüdür. Asidik pomzanın yoğunluğu bazik olanlara göre daha az olup $0,5-1 \text{ gr/cm}^3$ arasında değişmektedir. Bazaltik pomza ise daha koyu renkli olup yoğunluğu ise $1-2 \text{ gr/cm}^3$ arasında değişmektedir. Ani soğuma ve gazların bünyeyi hızlı terk etmesi sebebiyle asidik ve bazaltik pomzanın oluşumu sırasında oldukça gözenekli bir yapı meydana gelir. Pomza içerisindeki boşlukların birbirleri ile bağlantılı olmaması en önemli karakteristik özelliklerinden biridir [11]. Pomzanın, pumisit adı verilen ince taneli olanları çimentoda tras malzemesi olarak da kullanılmaktadır. Pumisit adı verilen iri taneli olanları ise briket imalinde kullanılmaktadır [12].

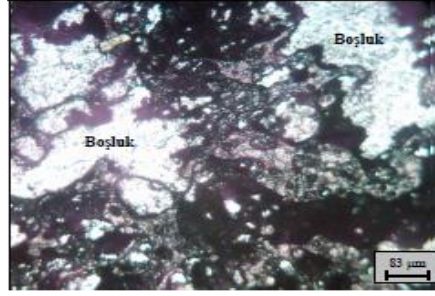
TS 3234 standardına göre pomza; birbiriyle bağlantısız boşluklu, sünger görümlü, silikat esaslı, birim hacim ağırlığı genelde 1 gr/cm^3 'ten küçük, sertliği Mohs ölçeğine göre yaklaşık 6 olan ve camsı doku gösteren volkanik bir madde olarak tarif edilmiştir. Ayrıca pomzanın kırma ve eleme suretiyle beton yapımında elverişli hale getirilmiş şekline de pomza agregası veya bims agregası adı verilmektedir [8].

Ceylan [11], yüksek sıcaklığın hafif beton blok üzerindeki etkilerini araştırdığı çalışmasında agregalar olarak Kayseri-Talas yöresinden temin edilen pomza kullanılmıştır. Kayseri-Talas yöresi pomza agregaları ince kesitleri polarizan mikroskop ile incelendiğinde kayac oluşumundaki hamur yapısının genellikle porfirik yapıdan faneritik yapıya doğru geçiş gösterdiği gözlenmiştir. Kayac oldukça boşluklu bir yapıya sahip olup, boşlukların boyutları küçük-orta boyutlu, kısmen düzensiz ve oldukça büyük gözenek yapıları şeklinde geliştiği gözlenmiştir (Şekil 1). Ayrıca iri boyuttaki gözeneklerin bir bölümünün birbirleriyle geçişli kanallar şeklinde bağlantılı olduğu gözlenmiştir (Şekil 2). Matris içerisinde de tanımlanabilecek ölçekte bir akma ve zonlanma yapısı bulunmamaktadır.



Şekil 1. Kayseri-Talas yöresi pomza agregası örneğinin boşluk geometrisi görünümü [11]

POMZA AGREGALI HAFİF BETON BLOKLARIN MEKANİK ÖZELİKLERİNİN VE YANGIN ETKİSİ ALTINDAKİ DAVRANIŞININ İNCELENMESİ



Şekil 2. Kayseri-Talas yöresi pomza agregası örneğinin geçişli iri boşluklu geometrisi görünümü [11]

Yangın katı, sıvı veya gaz halindeki maddelerin kontrol dışı yanması ile meydana gelen bir olaydır. Kontrol altına alınamayan yangının çoğu zaman önemli can ve mal kayıplarına neden olan bir felaket olduğu görülür. Bu durum yangından korunmada aktif önlemlerin önemini ortaya çıkarmıştır [13].

Beton birçok yapı malzemesiyle karşılaştırıldığında yüksek sıcaklık ve yangın etkisi bakımından daha dayanıklı bir malzeme olduğu görülür. Beton belirli bir süre için önemli derecede zarar görmemesi ve ayrıca zehirli duman çıkarmaması ile yangın direnci yüksek bir malzeme sınıfında değerlendirilir [14]. Ancak bu dayanıklılık belirli süre ve belirli sıcaklıklar için geçerlidir [13]. Örneğin silis esaslı agregası ile üretilen normal dayanımlı betonda 600°C’de dayanım kaybı yaklaşık %50’dir [14]. Yüksek sıcaklık etkisinde basınç dayanımı kaybına neden olan olayların açıklanmasında çimento hamuru ile agregası arasındaki termal uyumsuzluk, agregası çimento ara yüzündeki bağlantı, yüksek sıcaklık etkisinde buharlaşan suyun basıncı, çimento hamuru ve agregadaki kimyasal yapı değişikliği gibi olaylar esas alınarak incelenmektedir [15,16]. Hafif agregalı betonun düşük termik genleşme katsayısı ve düşük termal iletkenlik katsayısı özelliklerinden yüksek sıcaklık artışlarının ve değişimlerinin görüleceği durumlarda, örneğin hava yolları pistlerinde faydalanılabilir. Sıcaklık artışı esnasında etraftaki soğuk beton ile sınırlanan lokal genleşme hafif agregalı beton kullanıldığında daha düşüktür. Bu durum hafif agregalı betonun düşük elastisite modülü ile birleştiğinde daha az gerilme meydana getirir, böylece lokal hasar önlenir. Düşük termal iletkenliği yangın sırasında donatıda sıcaklık artışını azaltır. Düşük termal iletkenlik ve termal genleşme özellikleri yangın etkisinde faydalıdır. Üstelik yüksek sıcaklıklarda hafif agregası stabildir [17].

Türker ve ark. [18] yaptıkları çalışmada; pomza ile üretilmiş harçlarda yüksek sıcaklık uygulanması sonucu ara yüzeyde çatlak gelişimi yerine agregasının kendisinde çatlak oluştuğunu gözlemlemişlerdir. Bu da pomza ile üretilen harçlarda ara yüzeyin kuvvetli olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada normal ve hafif agregası ile üretilen beton blokların mekanik özellikleri, yangın etkisinde yüzeyde meydana gelen sıcaklık değişimleri, yangın etkisine maruz kaldıktan sonra basınç dayanımları bulunarak meydana gelen dayanım kayıpları karşılaştırılarak incelenmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Yapılan deneysel çalışmada çimento dozajı sabit tutulmuş olup kontrol betonu dışında beş seride hacimce %30 ile %70 arasında değişen oranlarda kum ile pomza yer değiştirilerek 1 kontrol ve 5 seri hafif beton olmak üzere toplamda 6 seri beton üretimi yapılmıştır.

2.1. Kullanılan Malzemelerin Özellikleri

2.1.1. Çimento

Deneylerin tamamında Limak Trakya Çimento fabrikasından temin edilen CEM I 42,5 R tipi çimento kullanılmıştır. Çimentonun mekanik, fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1-3’te verilmiştir.

Tablo 1. Çimentonun mekanik özellikleri

Yaş (gün)	Basınç Dayanımı (N/mm ²)
2	27,7
7	44,2
28	58,2

Tablo 2. Çimentonun fiziksel özellikleri

Özgül ağırlık (g/cm ³)	3,08
Özgül yüzey (cm ² /gr)	3621
Priz başlangıcı (dak)	183
Priz sonu (dak)	230
Le Chatelier açılması (mm)	1

Tablo 3. Çimentonun kimyasal özellikleri

Kimyasal bileşim	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	K.K.	Çözünmeyen kalıntı
(%)	19,10	4,92	3,20	64,23	0,90	2,87	0,30	0,69	3,11	0,42

2.1.2. Agrega

Çalışmada agrega olarak doğal kum, kırma kum ve pomza olmak üzere 3 tip agrega kullanılmıştır. Doğal kum ve kırma kum Çorlu – Tekirdağ bölgesinden temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan pomza kökenli hafif agregalar Kayseri-Talas bölgesinden temin edilmiştir. Kullanılan pomzanın özellikleri deneylerle belirlenmiş ve sonuçlar Tablo 4 ve Tablo 5’de verilmiştir.

Agreganın yığın yoğunluğu TS EN 1097-3 [19]’e göre, tane yoğunluğu TS EN 1097-6 [20]’ya göre ve elek analizi TS EN 933-1 [21]’e göre yapılmıştır.

Tablo 4. Kullanılan agregaların fiziksel özellikleri

Agrega	Yoğunluk (kg/dm ³)	Su emme (%)	Gevşek birim ağırlık (kg/dm ³)	Sıkı birim ağırlık (kg/dm ³)
Doğal kum	2,53	2,66	1,44	1,52
Kırma kum	2,52	3,90	1,39	1,57
Pomza	1,74	22	0,86	0,95

*POMZA AGREGALI HAFİF BETON BLOKLARIN MEKANİK ÖZELİKLERİNİN VE YANGIN ETKİSİ ALTINDAKİ DAVRANIŞININ İNCELENMESİ***Tablo 5.** Agrega elek analizi sonuçları

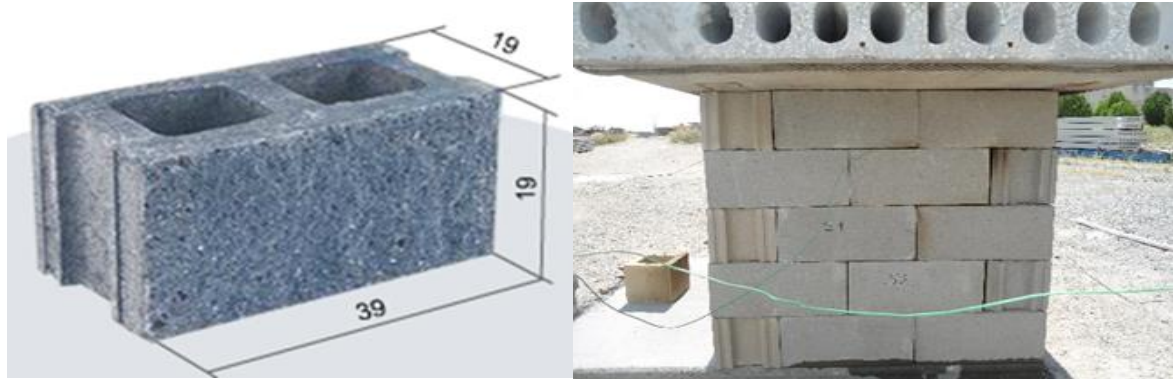
Elek çapı (mm)	Elekten geçen (%)		
	Doğal kum	Kırma kum	Pomza
11,2	100	100	100
8	100	88	100
4	97	64	88
2	87	47	67
1	52	15	48
0,5	17	4	34
0,25	3	1	8
0,125	1	0	5
0,063	0	0	0
İncelik Modülü	3,43	3,81	3,50

2.1.3. Katkı Maddesi

Bu çalışmada istenen kıvam (0-2 cm çökme değeri) %1,5 oranında naftalin sülfonat esaslı kimyasal katkı malzemesi kullanılarak sağlanmıştır.

2.2. Beton Blok Karışımları

Deneylerde kullanılan 19x19x39 cm boşluklu lamba zıvanalı hafif ve normal beton blok tuğlaların boyut tayini TS EN 772-16 [22]' ya göre, hacim kütle tayini ise TS EN 772-13 [23]' e göre yapılmıştır. Tüm serilerde maksimum agrega dane boyutu, granülometrisi ve çimento dozajı (250 kg/m³) sabit tutulmuştur. Kontrol betonu dışındaki diğer beş seride pomza agregası hacimce %30 ile %70 arasında değişen oranlarda doğal kum ile ikame edilerek üretilmiştir. HB1 %70 doğal kum+%30 pomza, HB2 %60 doğal kum +%40 pomza, HB3 %50 doğal kum+%50 pomza, HB4 %40 doğal kum +%60 pomza ve HB5 %30 doğal kum+%70 pomza ile üretilen betonları ifade etmektedir. Üretilen 6 seri beton blokta 1 m³ için gerekli malzeme miktarları Tablo 6'da verilmiştir.

**Şekil 3.** Üretimi yapılan boşluklu ve lamba zıvanalı beton blok elemanı ve yangın küpü

Tablo 6. 1 m³ beton için gerekli malzeme miktarları

Numune kodu	Çimento (kg)	Su (kg)	Agrega (kg)		
			Doğal kum	Kırma kum	Pomza
NB	250	102	558	995	0
HB1	250	101	1352	0	403
HB2	250	106	1114	0	518
HB3	250	110	936	0	633
HB4	250	115	728	0	748
HB5	250	120	520	0	863

2.3. Sertleşmiş Beton Blok Deneyleri

2.3.1. Basınç Deneyi

Üretimi gerçekleştirilen 6 farklı serideki numunelerden 3'er adet alınarak 7. ve 28. günlerde basınç dayanımları TS EN 772-1:2011+A1 [24]'e göre uygun olarak yapılarak Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Basınç dayanım değerleri

Sıra No	Beton Kodu	Basınç Dayanımları (MPa)	
		7. gün	28.gün
1	HB1	9,6	9,8
2	HB2	9	9,4
3	HB3	8,1	9
4	HB4	8,3	8,7
5	HB5	7,6	8,2
6	NB	13,6	14,7

2.3.2. Su Emme Deneyi

Üretilen 3'er adet 19/39/19 cm boyutlu numuneler TS EN 12390-7 [25]'ye göre, 105°C sabit sıcaklıktaki etüvde 24 saat bekletilerek değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar etüvde desikatörde bekletilmiştir. Daha sonra etüvden alınan numuneler ortam sıcaklığına gelinceye kadar soğutulmuştur. Numuneler su dolu havuzda 24 saat bekletilerek tartım yapılmıştır. Tekrar su içerisine bırakılan numuneler 48 saat sonra sudan çıkartılarak, yüzey suyu kurutulduktan sonra hassas terazide tartılmış bulunan değerler kaydedilmiştir. Her numunenin suya doymun ağırlığı etüv kurusu ağırlığından çıkarılıp etüv kurusu ağırlığına bölünerek yüzde cinsinden su emme değerleri hesaplanmıştır.

2.3.3. Birim Hacim Ağırlık Deneyi

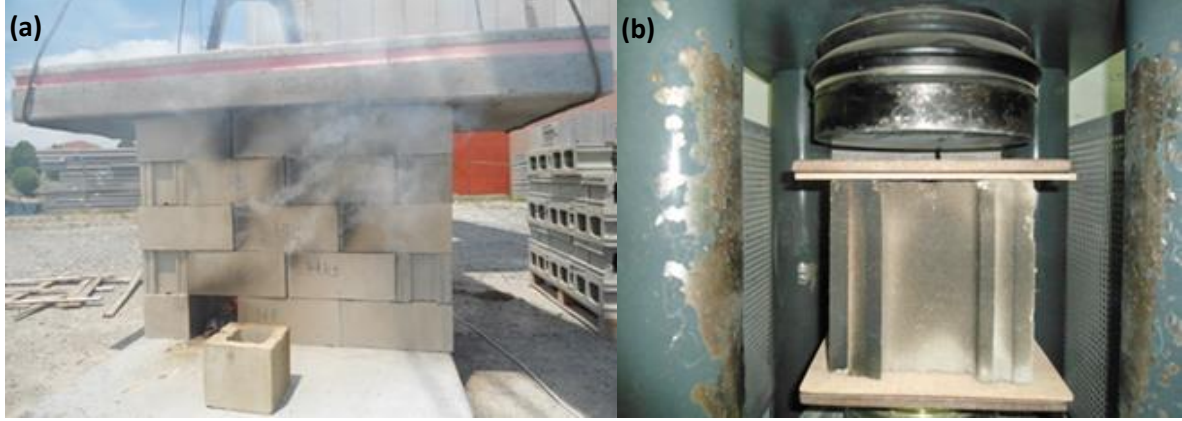
Üretilen 6 farklı serideki beton blokların 28. gündeki ağırlıkları hassas terazide tartılarak bulunmuştur. Bulunan ağırlıkları numunelerin dış hacmine bölünerek birim hacim ağırlıkları hesaplanmıştır.

2.3.4. Yangın Deneyi

Üretimi yapılan 5 seri hafif beton bloktan kontrol betonuna en yakın basınç dayanımına sahip HB1 nolu seri seçilerek yangın etkisi deneyine geçilmiştir. Yangın etkisi deneyi Bezzin [26] tarafından önerilen yöntemle BS EN 14390 [27] standardı göz önüne alınarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, standartlarda belirtildiği gibi üretimi gerçekleştirilmiş olan 19/19/39 cm boyutlarında hafif ve normal beton bloklar kullanılarak 1 m³ hacme

POMZA AGREGALI HAFİF BETON BLOKLARIN MEKANİK ÖZELİKLERİNİN VE YANGIN ETKİSİ ALTINDAKİ DAVRANIŞININ İNCELENMESİ

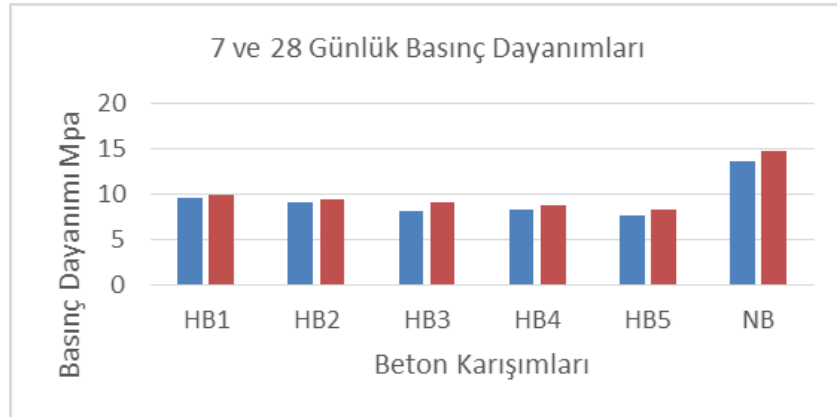
sahip küp şeklinde bir kapalı alan oluşturulmuştur (Şekil 4a). Söz konusu kapalı alanın 2 duvarı HB1 nolu hafif beton blokla diğer 2 duvarı ise normal beton blokla oluşturulmuştur. Yanıcı maddeler küp içerisine yerleştirilmiş olup yanma için gerekli olan oksijen akışı için 20-20 cm'lik bir açıklık bırakılarak yanma işlemi başlatılmıştır. Hafif beton blok tuğla ile normal beton blok tuğla yüzeylerinde ısı çifti (thermocouple) yardımıyla yüzey sıcaklık ölçümleri yapılmıştır. Yangın etkisi sonrası beton bloklarda basınç deneyi yapılarak (Şekil 4b) basınç dayanımındaki değişim belirlenmiştir.



Şekil 4. a) Küp şeklinde kapalı alanda yanma b) Yangından sonra blok tuğla basınç dayanımı tespiti

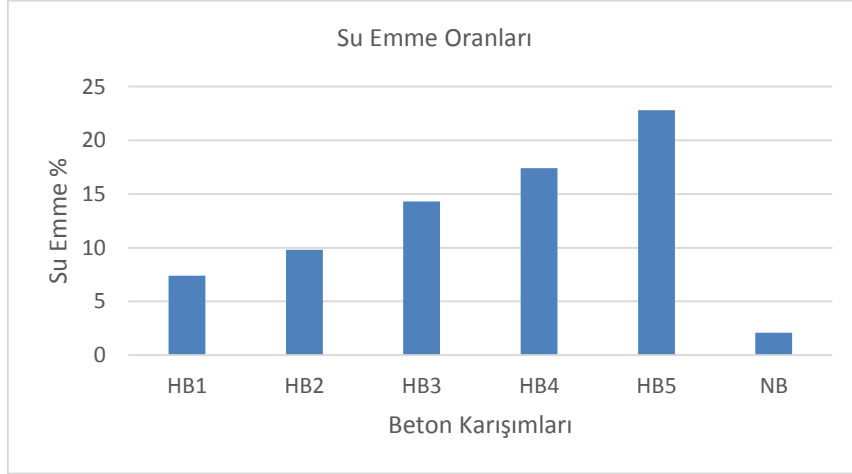
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, Kayseri-Talas yöresinde büyük miktarda rezervi bulunan pomza agregası ile normal agrega kullanılarak üretilen beton bloklar karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve bu malzemelerin hafif beton blok tuğla üretiminde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Yapılan çalışmalarda üretilen normal ve hafif beton blok tuğlaların 7 günlük ve 28 günlük basınç dayanımları Şekil 5'te verilmiştir. Pomza agregası ile üretilen hafif beton blok tuğlalarda pomza oranı %30'dan %70'e doğru arttıkça basınç dayanımlarında %35-45 oranında azalma meydana gelmiştir. Bu durum farklı oranlarda üretilmiş pomza agregalı beton bloklar için boşlukların artmasına bağlı olarak değişmiştir.



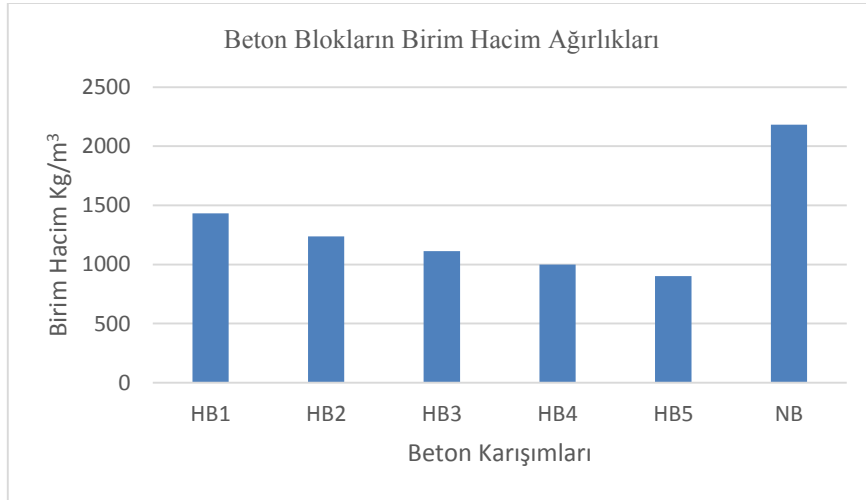
Şekil 5. Beton karışımların 7 ve 28 günlük basınç değerleri

Su emme oranı Şekil 6'da verilmiş olup hafif beton bloklarda ağırlıkça su emme pomza artış oranına paralel bir değişim göstererek %7,4-22,8 arasında değişirken, normal beton bloklarda %2,1 oranında ağırlıkça su emme oranı elde edilmiştir. Bunun nedeni ise pomza agregası ile üretilen beton bloklarda pomza artış oranıyla birlikte daha boşluklu bir yapı meydana gelmesidir.



Şekil 6. Beton karışımların su emme oranları

Şekil 7’de beton blokların birim hacim ağırlıkları karşılaştırıldığında en yüksek değer normal beton blokta en düşük değerin ise pomza artış oranına bağlı olarak meydana geldiği tespit edilmiştir. En düşük birim hacim ağırlığa sahip olan HB5 nolu pomzalı hafif beton bloğun olduğu görülmüştür. Normal beton bloklarda 2180 kg/m³ olan birim ağırlık pomza taşı kullanılarak üretilen beton bloklarda 900-1400 kg/m³ arasında elde edilmiştir.

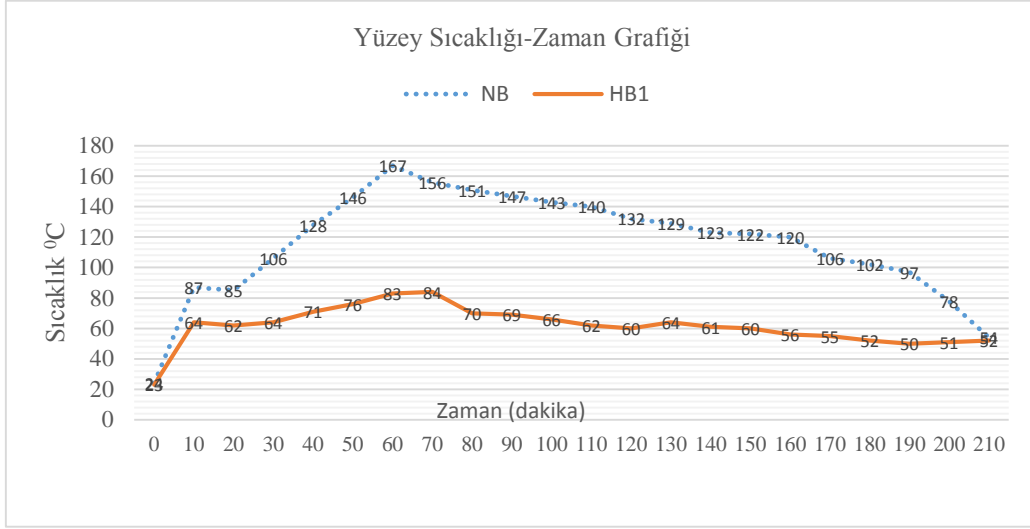


Şekil 7. Birim hacim ağırlıkları

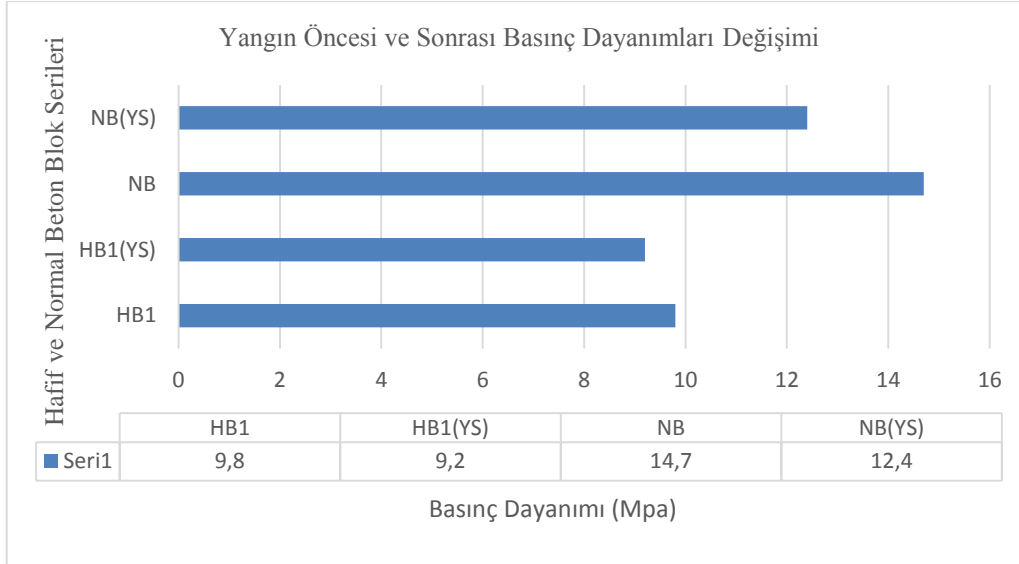
Yangın süresince kapalı alan içerisinde 750°C lik bir sıcaklık ölçülmüş olup beton blok yüzeylerinde hafif betonlar için sıcaklığın maksimum 84°C normal bloklarda ise 167°C dereceye ulaştığı Şekil 8’de görülmektedir. Bu durum pomza ile üretilmiş hafif beton blokların yangın etkisinde ısı iletiminin normal blok betonlara göre çok düşük olduğunu göstermektedir. Amel ve ark. [28] tarafından yapılan çalışmadan elde edilen sonuçlara göre hafif betonun bir yalıtım malzemesi olarak kullanılabilceği belirtilmiştir. Dolayısıyla, boşluk içeren bir agrega üzerinden ısı aktarımı, boşluk içermeyen bir agrega üzerinden ısı aktarımına göre daha zor olduğu görülmüştür.

Yangın etkisine maruz kalmış normal beton bloklar ve hafif beton blokların basınç dayanımları tespit edilerek Şekil 9’da verilmiştir. Şekil 9’daki NB: Normal Beton Blok Tuğla, NB(YS): Yangından sonraki beton blok tuğla, HB1: Hafif beton blok tuğla, HB1(YS): Yangından sonraki hafif beton blok tuğlayı ifade etmektedir. Yangın etkisine maruz kalmış normal beton bloklar ve hafif beton bloklar basınç etkisi altında kırılmış olup hafif beton bloklarda %6 oranında düşüş meydana gelirken normal beton bloklarda basınç dayanım kaybının %18 oranında meydana geldiği görülmüştür. Bu nedenle yangın etkisine karşı hafif beton blokların normal beton bloklara göre daha dayanıklı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

POMZA AGREGALI HAFİF BETON BLOKLARIN MEKANİK ÖZELİKLERİNİN VE YANGIN ETKİSİ ALTINDAKİ DAVRANIŞININ İNCELENMESİ



Şekil 8. Beton blok tuğla yüzeyi sıcaklık-zaman grafiği



Şekil 9. Yangın öncesi ve sonrasında beton blok tuğla basınç dayanımlarının karşılaştırması

4. SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1. Farklı oranlarda pomza taşı kullanılarak üretilen beton bloklar normal beton bloklara göre daha düşük birim ağırlığa sahip olmuştur. Normal beton bloklarda 2180 kg/m^3 olan birim ağırlık pomza taşı kullanılarak üretilen beton bloklarda $900\text{-}1400 \text{ kg/m}^3$ arasında elde edilmiştir. Pomza agregası ile üretilen beton blokların birim hacim ağırlıklarının düşük olmalarından dolayı yapıya iletilecek deprem kuvvetlerinin de daha düşük olması sağlanacaktır. Bu nedenle taşıyıcı elamanların kesitlerinde ve demir donatı miktarında azalma ve ekonomik olarak tasarruf sağlanacaktır.

2. Pomza agregası ile üretilen hafif beton bloklarda pomza ilave oranı %30-70 arasında arttıkça basınç dayanımlarında %35-45 oranında azalma meydana gelmiştir. Pomza agregası ile üretilen beton bloklarda pomza artış oranıyla birlikte daha boşluklu bir yapı meydana geldiğinden dolayı basınç dayanımında azalma meydana gelmiştir.

V. AKYÜNCÜ

3. Hafif beton bloklarda ağırlıkça su emme pomza artışı oranına paralel bir değişim göstererek %7,4-22,8 arasında değişirken, normal beton bloklarda %2,1 oranında ağırlıkça su emme oranı elde edilmiştir. Su emme oranı boşluk hacmine, dağılımına ve yapısına göre değişim göstermiştir.
4. Yangın süresince kapalı alan içerisinde 750°C'lik bir sıcaklık ölçülmüş olup beton blok yüzeylerinde hafif betonlar için sıcaklığın maksimum 84°C normal bloklarda ise 167°C dereceye ulaştığı gözlemlenmiştir. Bu sonuç bize pomza ile üretilmiş hafif beton blokların yangın etkisinde ısı iletiminin normal blok betonlara göre çok düşük olduğunu göstermiştir.
5. Yangın etkisine maruz kalmış normal beton bloklar ve hafif beton bloklar basınç etkisi altında kırılmış olup hafif beton bloklarda %6 oranında düşüş meydana gelirken normal beton bloklarda basınç dayanım kaybının %18 oranında meydana geldiği görülmüştür. Yangın etkisi deneyinde agrega açısından bakıldığında pomza agregasının yüksek sıcaklık direnci kırma kuma göre daha yüksek olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

5. TEŞEKKÜR

Yazar, bu çalışmada beton blok tuğlanın malzemesinin temininde, üretiminde ve deneylerde verdikleri destek nedeniyle Yapı Merkezi İnşaat ve Sanayi A.Ş. firmasına teşekkürlerini sunar.

KAYNAKLAR

- [1] CAVALERI, L., N. MIRAGLIA, M. PAPIA “Pumice Concrete for Structural Wall Panels”, Engineering Structures, Volume 25, 115-125, 2003.
- [2] NEVILLE, A.M., BROOKS, J.J., Concrete Technology, Longman Group UK Limited, London, UK, 1987.
- [3] İBRAHİM, N.M., SALEHUDDİN, S., AMAT, R.C., RAHİM, N.L., İZHAR T.N.T., “Performance of Lightweight Foamed Concrete with Waste Clay Brick as Coarse Aggregate”, APCBEE Procedia 5, 497 – 501, 2013.
- [4] KUS, H., ÖZKAN, E., GÖCER, Ö., EDİS, E., “Hot box measurements of pumice aggregate concrete hollow block walls”, Construction and Building Materials, 38, 837–845, 2013.
- [5] NEWMAN, J., CHOO, B.S., Advanced Concrete Technology Processes, Elsevier Ltd., 1st edition, London, UK, 2003.
- [6] BARADAN, B., YAZICI, H., AYDIN, S. vd., Beton, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, İzmir, 2012.
- [7] DEMİRBOĞA, R., ÖRÜNG, İ., GUL, R., “Effects of Expanded Perlite aggregate and Mineral Admixtures on the Compressive Strength of Low-Density Concretes”, Cement and Concrete Research, 31,11, 1627-1632, 2001.
- [8] TS 3234, Bimsbeton Yapım Kuralları, Karışım Hesabı ve Deney Metotları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1978.
- [9] TS EN 13055, Hafif agregalar - Bölüm 1: Beton, harç ve şerbet için kullanım için, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2004.
- [10] Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, Resmi Gazete No: 26454, Ankara, 2007.
- [11] CEYLAN, H., Farklı Pomza Agregası Türlerinden Elde Edilen Hafif Betonun Sıcaklık Etkisindeki Karakteristiği, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 2005.
- [12] SARIIZ K., NUHOĞLU I, “Endüstriyel Hammaddeler Yatakları ve Madenciliği”, Anadolu Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Eskişehir, 335-336, 1992.
- [13] BARADAN, B., YAZICI, H., ÜN, H., Beton ve Betonarme Yapılarda Kalıcılık (Durabilite), Türkiye Hazır Beton Birliği Yayınları, İstanbul, 2010.
- [14] NEVILLE A.M., Properties of Concrete, Fourth Edition, Longman Scientific and Technical, New York, USA, 2000.
- [15] M.S. CÜLFİK, “Deterioration of Bend Between Cement Paste and Aggregate at High Temperatures” Boğaziçi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ocak, 2001.
- [16] YÜZER, N., KIZILKANAT, A. B., UÇARKOŞAR, B., “Thermo-physical properties of concrete exposed to high temperature”, Construction and Building Materials, sayı 45, 157-161, 2013.
- [17] NEVILLE, A.M., Properties of Concrete, Pitman Publishing, London, 1975.
- [18] TÜRKER, P., ERDOĞDU, K., ERDOĞAN, B., Farklı Tiplerde Agregalar İçeren Yangına Maruz Kalmış Harçların İncelenmesi, Çimento ve Beton Dünyası Dergisi, 6(52), 2001.

POMZA AGREGALI HAFİF BETON BLOKLARIN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN VE YANGIN ETKİSİ ALTINDAKİ DAVRANIŞININ İNCELENMESİ

- [19] TS EN 1097-3, Agregaların fiziksel ve mekanik özellikleri için deneyler bölüm 3: Gevşek yığın yoğunluğunun ve boşluk hacminin tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1999.
- [20] TS EN 1097-6, Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler - Bölüm 6: Tane yoğunluğunun ve su emme oranının tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2015.
- [21] TS EN 933-1, Agregaların geometrik özellikleri için deneyler - Bölüm 1: Tane büyüklüğü dağılımının tayini - Eleme yöntemi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2012.
- [22] TS EN 772-16, Kâgir birimler - Deney yöntemleri - Bölüm 16: Boyutların tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2012.
- [23] TS EN 772-13, Kâgir birimler - Deney metotları - Bölüm 13: Kâgir birimlerin net ve brüt kuru birim hacim kütlelerin tayini (doğal taş hariç), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2002.
- [24] TS EN 772-1:2011+A1, Kâgir birimler - Deney yöntemleri - Bölüm 1: Basınç dayanımının tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2015.
- [25] TS EN 12390-7, Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 7: Sertleşmiş beton yoğunluğunun tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2010.
- [26] BEZGİN, Ö., The Fire Resistance Evaluation Method (Freme), Yapı Merkezi Prefabrikasyon A.Ş., İstanbul, Türkiye, 2010.
- [27] BS EN 14390, Fire test. Large-scale room reference test for surface products, London, UK, 2007.
- [28] AMEL, C.L., KADRİ, E., SEBAİBİ, Y., DUNE, H.S., “Sand and Pumice Impact on Mechanical and Thermal Lightweight Concrete Properties”, Construction and Building Materials, 133, 209–218, 2017.