

ALÇI KATKISININ DİYATOMİT ESASLI HAFİF YAPI ELEMANININ MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Mehmedi Vehbi GÖKÇE*, **Semiha AKÇAÖZOĞLU**

Mimarlık Bölümü, Mimarlık Fakültesi, Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde, Türkiye

Geliş / Received: 30.05.2016

Düzeltilmelerin gelişi / Received in revised form: 27.07.2016

Kabul / Accepted: 07.09.2016

ÖZ

Bu çalışmada, Nevşehir Ürgüp'te bulunan yataklardan elde edilen diyatomit, öğütülmüş ve 500 mikrometre kare göz açıklıklı elekten geçen kısmı piyasadan temin edilen kartonpiyer alçısı ile bağlanarak diyatomit esaslı hafif yapı elemanı üretimi araştırılmıştır. Karışımda sadece öğütülmüş diyatomit, diyatomite göre ağırlıkça %15, 25 ve 35 oranlarında kartonpiyer alçısı ve su kullanılmıştır. Plastik kıvamda yoğurulan karışım, 40x40x160 mm boyutlarında kalıplara dökülerek 24 saat süreyle bekletilmiştir. Her bir karışımdan üçer adet numune üretilmiştir. Bu süre sonunda kalıptan çıkarılan numuneler etüve alınmıştır. Etüvde 100±2°C sıcaklıkta 24 saat bekletilip kurutulan numuneler fırına alınmış ve sıcaklık tedrici olarak 1100°C'ye çıkartılarak toplamda 24 saat pişirilmiştir. Numuneler laboratuvar ortamında oda sıcaklığına kadar tedricen soğutulmuş ve birim ağırlık, basınç dayanımı ve eğilme dayanımı ve ağırlıkça su emme testlerine tabi tutulmuştur. Artan alçı miktarına bağlı olarak, örneklerin birim ağırlık, basınç ve eğilme dayanımları da artmıştır. Yine artan alçı miktarına bağlı olarak su emme değerleri azalmıştır. Deneysel çalışmalar ışığında, diyatomit ve alçı karışımının hafif yapı elemanı üretiminde kullanılabilme potansiyelinin olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Diyatomit, alçı, hafif yapı elemanı, basınç dayanımı

EFFECT OF GYPSUM ADDITIVE ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF DIATOMITE-BASED LIGHTWEIGHT CONSTRUCTIONAL COMPONENTS

ABSTRACT

In this study, diatomite obtained from the deposits in Ürgüp (Nevşehir) was ground, sifted through square-mesh sieves with apertures of 500 micrometres and bound by means of carton-pierre stucco to investigate diatomite-based lightweight constructional components. Mixtures were prepared with ground diatomite, carton-pierre stucco at ratios of 15, 25 and 35% in weight with respect to diatomite, and water. The mixtures were kneaded to plastic consistency, placed into pre-lubricated moulds of 40x40x160 mm in size. Cast samples were kept in moulds for 24 hours, then removed and then were taken into drying-oven. Three samples were produced from each mixture. The samples were dried in the oven at 100±2°C for 24 hours and fired for 24 hours at a temperature gradually raised to 1100°C. The fired products were progressively cooled down to room temperature and unit weight, compressive strength, bending strength and water absorption (by weight) tests were performed. Values of unit weight, compressive strength and bending strength were increased as the quantity of stucco increased while water absorption values were decreased. Experiments showed that the mixture of diatomite and stucco has the potential to be used in the production of lightweight constructional components

Keywords: Diatomite, carton-pierre stucco, lightweight constructional component, compressive strength

*Corresponding author / Sorumlu yazar. Tel.: +90 388 225 4520; e-mail/e-posta: vgoke@ohu.edu.tr

1. GİRİŞ

Binalarda duvarların hafif yapı elemanlarından imal edilmesi, binaya etki eden kuvvetlerin, özellikle de deprem yüklerinin azaltılması açısından önem taşımaktadır. Ayrıca duvarlarda hafif ve ısı yalıtım değeri yüksek yapı malzemelerinin kullanımı enerji kaybını azaltmayı da sağlamaktadır. Ülkemizde bu amaçla duvar yapımında bims, pomza, gazbeton vb. duvar bloklarının kullanımı yaygındır [1].

Hafif beton blok elemanı üretiminde kullanılan bir başka malzeme ise diyatomit. Diyatomit, puzolanik aktivitesi yüksek olan bir malzeme olup, kimya endüstrisinden sağlık ve gıda ürünlerine kadar birçok alanda kullanılmaktadır. Ancak SiO_2 oranı düşük ve safsızlık olarak kil bileşenleri içeren diyatomitlerin yapı malzemeleri endüstrisinde kullanımının araştırılması oldukça yenidir [2]. Diyatomit, diyatome adı verilen tek hücreli yosun türünün silisli iskeletlerinin birikmesi ve çökmesiyle oluşmuş bir kayaç çeşididir [3]. Rezervler, oluşma ortamının yapısı ve şartlarına bağlı olarak, genellikle kil, volkanik kül, kum ve organik kalıntılar içermektedir [4].

Diyatomit, sanayinin birçok dalında yaygın şekilde kullanılmaktadır. Filtre yardımcı malzemesi, dolgu malzemesi, ısı, ses ve elektrik yalıtım malzemesi, soğurucu, aşındırıcı ve yüzey temizleyici malzeme olarak kullanımı bu alanlara örnek olarak verilebilir. Yapı sektöründe ise, beton ve harç imalatında su fazlalığını telafi etmek, çimentonun mekanik özelliklerini iyileştirmek ve puzolanik dolgu amacıyla, hafif beton ürünlerinde agrega olarak, çeşitli tuğla ürünlerinde hafiflik ve yalıtım özelliğinden yararlanmak amacıyla ana malzeme ya da katkı maddesi olarak kullanılması yönünde araştırmaların devam ettiği bir malzemedir [5].

Genç [6] diyatomitin betonun işlenebilirlik özelliklerine, priz süresine ve eksenel yük altındaki davranışına etkilerini araştırmıştır. Deneysel çalışmalar sonucunda, diyatomitin betonda priz geciktirici katkı maddesi olarak, yüksek su emme kapasitesinden dolayı betonun terlemesini önlemek amacıyla su tutucu olarak ve düşük su/bağlayıcı oranlı betonlarda dayanım artırıcı katkı maddesi olarak kullanılabileceğini bildirmiştir. Sezgin [5], diyatomitin hafif beton elde edilmesinde agrega olarak, çatı yalıtımında doğrudan döşeme üstüne serilerek ve dekoratif alçı plakların ağırlıklarının hafifletilmesinde katkı olarak kullanımını çalışmış ve olumlu sonuçlar almıştır. Bideci [7] diyatomitin tuğla üretiminde kullanılabilirliğini araştırmıştır. Bunun için tuğla kili ve diyatomit malzemeleri kullanılarak, farklı karışım oranlarındaki deney numunelerini, 800, 900 ve 1000°C sıcaklıklarda pişirmiştir. Deneysel çalışmalar sonucunda, %20 diyatomit katkılı ürünlerin 900°C'de pişirilmesi ile mekanik özellikleri yerine getirebilen ürün elde edilebileceği görülmüştür. Pimraksa ve Chindaprasirt [8], diyatomiti %15 kireç, %5 alçı ile bağlayarak bu karışımın hafif tuğla yapımında kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Bu oranlarla 14,5 N/mm² basınç dayanımlı, 0,88 g/cm³ birim ağırlıkta numuneler üretmişlerdir. Diyatomiti 500°C sıcaklıkta kalsine ettiklerinde ise 17,5 N/mm² basınç dayanımında, 0,73 g/cm³ birim hacim ağırlıkta numuneler üretmişlerdir. Gökkonca [4], kalsine edilmeden kullanılan diyatomitin puzolanik aktivitesinin uçucu külden daha yüksek, silika dumanından daha düşük olduğunu belirtmiştir.

Literatür incelendiğinde, ülkemizde potansiyel varlığı yüksek değerlerde olan diyatomitin yapı malzemesi alanında kullanımının henüz araştırma boyutunda olduğu görülmektedir. Bu konudaki mevcut araştırmalara yeni bir bakış açısıyla yaklaşmak amacıyla, bu çalışmada, Nevşehir, Ürgüp'te bulunan diyatomit rezervlerinden elde edilen diyatomit 500 µm ve altında incelikte öğütülmüş ve alçı ile çeşitli oranlarda karıştırılarak hafif ve dayanımı yüksek bir kompozit malzeme üretilmesi hedeflenmiştir. Böylece, yerel bir hammadde olan diyatomitin doğal haliyle temel bileşen olarak kullanıldığı; priz düzenleyici olarak ise alçının kullanıldığı hafif ve çevre koşullarına karşı dayanıklı bir malzemenin yapı sektörüne kazandırılması hedeflenmiştir. Yöresel diyatomit rezervlerini mevcut kullanım alanlarının dışında, yeni bir endüstriyel alanda değerlendirmek ve diyatomiti hafif ve belirli bir dayanıma sahip kompozit yapı malzemesi üretiminde kullanmak bölge ve ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Deneysel çalışmada ana malzeme olarak kullanılan diyatomit, Nevşehir Ürgüp'te bulunan diyatomit rezervlerinden elde edilmiştir. Rezervde bulunan diyatomit mineralleri içerdiği silika (SiO_2) miktarı itibariyle (yaklaşık %90 oranında) kaliteli ve beyaz renklidir. Çalışmada kullanılan diyatomitin kimyasal analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Karışımlarda kullanılan alçı ise piyasadan temin edilen kartonpiyer alçısıdır (Şekil 1). Kartonpiyer alçısı özel çalışmalar için geliştirilmiş ince taneli, yüksek dayanım ve yüzey sertliğine sahip bir alçı türüdür. Karışımlarda kullanılan alçının teknik özellikleri Tablo 2'de verilmiştir. Karışımların hazırlanmasında Niğde şebeke suyu kullanılmıştır.

*ALÇI KATKISININ DİYATOMİT ESASLI HAFİF YAPI ELEMANININ MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ***Tablo 1.** Çalışmada kullanılan diyatomitin kimyasal bileşimi

Bileşen	Oran (%)
SiO ₂	87,72
Al ₂ O ₃	2,77
TiO ₂	0,13
Fe ₂ O ₃	2,15
CaO	2,02
MgO	0,43
Na ₂ O	0,16
K ₂ O	0,08
SO ₄	0,02
KK*	4,65
Toplam	100,13

*Kızdırma kaybı

Tablo 2. Çalışmada kullanılan alçının teknik özellikleri

Özellik	Seviye
Aderans dayanımı	0,3 N/mm ²
Donma süresi	180-210 dk
Kuru yüzey sertliği	min 40 shore D
Basınç dayanımı	min 2,5 N/mm ²
Su emme	%30
Birim hacim ağırlığı	720-740 kg/m ³

**Şekil 1.** Öğütülmüş diyatomit ve alçı

Diyatomit kayaçları Mimarlık Fakültesi laboratuvarında bulunan halkalı değirmende öğütülmüş ve göz açıklığı 500 µm olan elekten elenmiştir. Karışımlarda, diyatomit miktarına göre ağırlıkça %15, %25 ve %35 oranlarında alçı kullanılmıştır. Karışımların kompozisyonları Tablo 3' te verilmiştir.

Tablo 3. Karışımların kompozisyonları

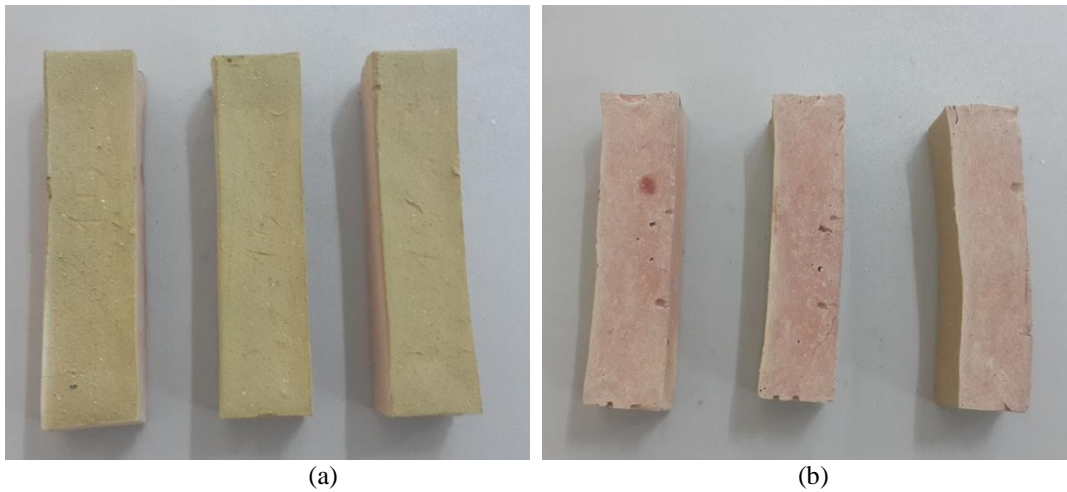
Numune Kodu	Diyatomit (g)	Alçı (g)	Su (g)
K15	450	67,5	600
K25	450	112,5	620
K35	450	157,5	635

2.2. Metot

Diyatomit ve alçı bileşenli karışımlar 40x40x160 mm boyutlarında kalıplara dökülerek 24 saat süreyle laboratuvar ortamında bırakılmıştır. Sertleşen numuneler kalıplardan çıkarıldıktan sonra bünyesinde bulunan suyun uzaklaşması için $100\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklıktaki etüvde 24 saat süre ile bekletilmiştir. Etüvden çıkarılan numuneler sıcaklık artış hızı $8^{\circ}\text{C}/\text{dk}$ olan bir elektrikli fırına yerleştirilerek $1100\pm 5^{\circ}\text{C}$ sıcaklıktaki fırında 24 saat süre ile pişirilmiştir (Şekil 2). Fırın rejimi, dakikada 3°C artışa karşılık gelecek şekilde seçilmiştir. Numuneler, istenilen pişirme sıcaklığında 2 saat bekletilmiş, daha sonra, fırın iç sıcaklığı kendiliğinden ortam sıcaklığına düşene kadar yine fırında bekletilmiştir. Rejimdeki sıcaklık artışının yavaş seçilmesi ile ani su kaybından doğabilecek çatlakların önüne geçmek amaçlanmıştır. Laboratuvar ortam sıcaklığına kadar soğutulan numuneler kalıplardan çıkarılarak üzerlerinde birim ağırlık, basınç dayanımı, eğilme dayanımı ve su emme deneyleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 3).



Şekil 2. 1100 °C'de pişirilmiş numuneler



Şekil 3. Fırından çıkarılmış numuneler (a) üst görünüş, (b) yan görünüş

Her bir seri için üçer adet numune kullanılarak ortalama değerler alınmıştır. Numunelerin basınç ve eğilme dayanımları TS EN 1015-11 [9]'e uygun olarak bulunmuştur. Numunelerin eğilmede çekme dayanımını bulmak için, prizmatik numuneler üç noktadan yükleme deneyine tabi tutulmuştur (Şekil 4). Numunelerin basınç dayanımlarının tespiti tek eksenli basınç deneyi ile gerçekleştirilmiştir. Numunelerin basınç dayanımlarının

ALÇI KATKISININ DİYATOMİT ESASLI HAFİF YAPI ELEMANININ MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

tespitinde, eğilmede çekme deneyine tabi tutulmuş olan 40x40x160 mm boyutlu prizmatik numunelerin yaklaşık olarak ortalarından kırılmalarıyla elde edilen yarım numuneler kullanılmıştır (Şekil 5). Numunelerin su emme değerleri TS 3624 [10]'e uygun olarak bulunmuştur.



Şekil 4. Eğilme dayanımı deneyi



Şekil 5. Basınç dayanımı deneyi

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında üretilen numunelerin birim hacim ağırlıkları ile TS EN 1015-11 [9]'e göre ölçülen basınç ve eğilme dayanımı değerleri ile ağırlıkça su emme oranları Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Numunelerin birim ağırlık, basınç dayanımı ve eğilme dayanımı ve ağırlıkça su emme değerleri

Numune Kodu	Birim ağırlık (g/cm ³)	Basınç dayanımı (N/mm ²)	Eğilme dayanımı (N/mm ²)	Su emme (%)
K15	1,08	4,64	1,90	46,0
K25	1,22	17,23	3,30	35,9
K35	1,24	33,42	3,84	33,3

Tablo 4 incelendiğinde, karışımdaki alçı miktarı arttıkça numunelerin birim ağırlık değerlerinde artma görülmüştür. En yüksek birim ağırlık değeri %35 oranında alçı içeren numunelerde görülmüştür. Numunelerin birim ağırlık değerleri 1,08-1,24 g/cm³ arasında değişmektedir. Bu değerler, çalışma kapsamında üretilen numunelerin hafif betonlara göre oldukça düşük birim ağırlık değerlerine sahip olduğunu göstermektedir.

Karışımdaki alçı miktarı arttıkça numunelerin basınç dayanımlarında da ciddi bir artış gözlenmiştir. K35 kodlu numunenin ortalama basınç dayanımı 33,42 N/mm² bulunmuştur. Bu değer taşıyıcı hafif beton sınırı olan 17 N/mm²'nin oldukça üzerinde bir değerdir. Çalışma kapsamında üretilen %25 ve %35 oranında alçı içeren numuneler hafif olmalarının yanı sıra oldukça yüksek dayanımlar sergilemişlerdir.

Numunelerin eğilme dayanımlarında da basınç dayanımlarına paralel bir sonuç gözlenmiştir. Alçı miktarı fazla olan numunelerin eğilme dayanımları da yüksek değerler sergilemiştir. Bu durumun, alçının karışımdaki boşlukları doldurarak daha yüksek yoğunluk ve mukavemet sağlamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Numunelerin ağırlıkça su emme oranlarını tespit etmek amacıyla, her bir numune önce 100°C sıcaklıktaki etüvde 24 saat bekletilerek kuru duruma getirilmiş ve numunenin bu durumdaki ağırlığı ölçülmüştür. Sonra kuru numuneler su dolu bir kap içerisinde 24 saat bekletilerek, numunelerin doygun yüzey ağırlıkları ölçülmüştür. Deney sonucunda, numunelerin su emme oranları %33,3, 35,9 ve 46,0 bulunmuştur. Çalışma kapsamında üretilen numunelerin su emme oranlarının hafif betonlara göre (%12-22) yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu durum, numunelerin boşluklu bir yapıda olduğunu ve boşlukların dışa açık yapıda olduğunu göstermektedir. Ancak, karışımdaki alçı miktarı arttıkça numunelerin su emme oranlarının azaldığı görülmüştür. Alçının karışımdaki boşlukların kapatılmasında etkisi olduğu görülmektedir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada Nevşehir, Ürgüp'te bulunan diyatomit rezervlerinden elde edilen diyatomitin alçı ile çeşitli oranlarda karıştırılmasıyla hafif yapı elemanı üretimi gerçekleştirilmiş ve aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

- Karışımda alçı miktarı arttıkça numunelerin basınç dayanımı, eğilme dayanımı ve birim ağırlık değerleri artmaktadır. Alçının diyatomit bağlayıcılı karışımlarda, priz düzenleyici ve boşlukları kapatıcı bir etkisinin olduğu görülmektedir.
- Üretilen numunelerin su emme değerleri hafif betonlara göre yüksek çıkmıştır. Üretilen kompozit numunelerin yapı elemanı üretiminde kullanılması durumunda, bu özelliği dikkate alınarak önlem alınmalıdır.

Çalışma kapsamında üretilen %25 ve 35 oranlarında alçı içeren diyatomit bağlayıcılı kompozit numunelerin birim ağırlık ve basınç dayanım değerleri taşıyıcı hafif beton sınırları içindedir. Üretilen bu hafif yapı malzemelerinin depreme dayanıklı yapı tasarımı alanında, binalarda ölü yükü azaltmak amacıyla, taşıyıcı olmayan duvarlarda kullanılması mümkündür.

KAYNAKLAR

- [1] DEMİR, İ., BAŞPINAR, M.S., ABADAN, S., KAHRAMAN, E., ÜNAL, O., "Mermer Tozunun Gazbeton Üretiminde Geri Dönüşüm Malzemesi Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması", II. Uluslararası Çevre ve Ahlak Sempozyumu (ISEM 2014), 1292-1301, Adıyaman, Türkiye, 2014.
- [2] SERİN, G., ÇANKIRAN, O., BAŞYİĞİT C., TAŞ, H.H., FENKLİ, M. "Normal, Hafif ve Yarı Hafif Beton Blokların Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Karşılaştırılması", Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, 1, 15-22, 2007.
- [3] YILMAZ, B., EDİZ, N., BENTLİ, İ., "Kütahya-Alayunt Bölgesi Killi Diyatomitlerin Çimento Üretiminde Kullanılabilirliğinin Araştırılması", Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12, 95-104, 2006.

ALÇI KATKISININ DİYATOMİT ESASLI HAFİF YAPI ELEMANININ MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

- [4] GÖKKONCA, E.K., Diyatomit Katkılı Harçların Bazı Mekanik ve Fiziksel Özelliklerinin Değişiminin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, Türkiye, 2010.
- [5] GÖKÇE, M.V., Diyatomit Esaslı Hafif Yapı Elemanı Üretiminde Üre-Formaldehitin Bağlayıcı Olarak Kullanılması, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye, 2010.
- [6] GENÇ, S.S., Diyatomit Katkılı Betonların Yük Altındaki Davranış ve Kullanılabilirlik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, Türkiye, 2006.
- [7] BİDECI, A., Diatomit Hammaddesinin Tuğla Üretiminde Kullanılabilirliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 2003.
- [8] PIMRAKSA, K., CHINDAPRASIRT, P., “Lightweight Bricks Made of Diatomaceous Earth, Lime and Gypsum”, *Ceramics International*, 35, 471-478, 2009.
- [9] TS EN 1015-11, Kâgir harcı-Deney metotları-Bölüm 11: Sertleşmiş Harcın Basınç ve Eğilme Dayanımının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 2000.
- [10] TS 3624, Sertleşmiş Betonda Özgül Ağırlık, Su Emme ve Boşluk Oranı Tayin Metodu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 1981.