

Araştırma / Research**POMZA ESASLI VE İGNİMBİRİT KATKILI HAFİF YAPI
MALZEMESİNİN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN
İNCELENMESİ****Ahmet BİLGİL (ORCID: 0000-0002-4196-0484)***
Hasan ÖZDEL*İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde, Türkiye**Geliş / Received: 30.06.2016**Düzeltilmelerin gelişi / Received in revised form: 10.10.2016**Kabul / Accepted: 11.10.2016***ÖZ**

Pomza önemli bir endüstriyel hammadde olup ülkemizde zengin yataklara sahiptir. Dünyada ve Türkiye'deki endüstri uygulamaları, daha çok çimento bağlayıcılı konstrüktif amaçlı hafif yapı malzemesi üretimi şeklindedir. Ülkemizde üretilen pomza esaslı bims bloklar, pomzanın yeterince ince malzeme içermemesinden dolayı %100 pomza dolgulu olarak üretilmemektedir. Bu sebeple ürün içerisine ignimbirit, kalsit vb. ince malzeme ilave edilerek üretilmektedir. Bu çalışmada ülkemizde pomza esaslı yapı malzemesi olarak üretilen bims blokların bünyesine katılan ignimbirit malzemesinin ürünün fiziksel ve mekanik özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmada Nevşehir bölgesi pomzası ile ignimbiriti kullanılmış ve çalışma iki aşamada yürütülmüştür. Birinci aşamada pomza öğütülerek ince malzeme oluşturulmuş ve %100 pomza dolgulu numuneler üretilmiştir. İkinci aşamada ince malzeme olarak ignimbirit kullanılmıştır. İgnimbirit kullanılan ürünlerin tek eksenli basma dayanımı daha fazla olmasına rağmen, birim hacim ağırlıkları %100 pomzalı numunelere nazaran yaklaşık %26 oranında artış göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Pomza, ignimbirit, hafif yapı malzemesi, bimsblok, fiziksel özellikler, mekanik özellikler

**INVESTIGATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES
OF PUMICE BASED OR IGNIMBRITE MIXED LIGHTWEIGHT
CONSTRUCTION MATERIALS****ABSTRACT**

Pumice is an important industrial raw-material and our country has rich deposits. Its applications are generally on the production of cement binding constructive element for the purpose of lightweight construction material. Pumice based bims blocks cannot be manufactured 100% filled with pumice in our country because it does not have sufficient fine materials. Therefore, in this study the effect of ignimbrite addition on the physical and mechanical properties of the pumice based bims blocks as a construction material was investigated. Pumice and ignimbrite from Nevşehir region was used and the study was conducted in two stages. In the first stage, the pumice was ground to form fine materials and 100% pumice filled samples were manufactured. In the second stage, the ignimbrite was used as the fine material. Even though the ignimbrite used products has a high axial compressive stress, their unit volume weights increased 26% more than that of the samples with 100% pumice.

Keywords: Pumice, ignimbrite, lightweight construction material, bimsblock, physical properties, mechanical properties

*Corresponding author / Sorumlu yazar. Tel.: +90 546 233 9224; e-mail / e-posta: abilgil@ohu.edu.tr

1. GİRİŞ

Pomza; gözenekli yapısı, hafifliği, yüksek izolasyon etkileri, atmosferik şartlara karşı direnci ve yüksek puzzolanik aktivitesi sebebiyle, insanlığın eski çağlardan beri kullandığı en eski yapı malzemelerinden birisidir. Son yıllarda hafif yapı malzemelerine verilen önemin giderek artmasına paralel olarak, pomza taşı düşük birim hacim ağırlığı, yüksek ısı ve ses izolasyonu, iklimlendirme özelliği, kolay sıva tutması, mükemmel akustik özelliği, deprem yük ve davranışları karşısındaki elastikiyet ve alternatiflerine göre daha ekonomik oluşu gibi üstün özelliklerinden dolayı, inşaat ve yapı endüstrisinde geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. Pomzanın kimyasal bileşiminde %60-75 SiO₂, %13-17 Al₂O₃, %1-3 Fe₂O₃, %1-2 CaO, %7-8 Na₂O-K₂O eser miktarda TiO₂ ve SO₃ bulunmaktadır [1].

Pomzanın inşaat sektöründe kullanımı, insanlık tarihi için yeni bir durum değildir. Pomza, ilk olarak Hıristiyanlıktan çok önce, Yunanlılar ve daha sonra da Romalılar tarafından kullanılmıştır. Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nin California eyaletinde kalıplaştırılmış pomza 1851 yılından beri inşaatlarda kullanılmaktadır. ABD'de hafif, yalıtımlı-beton agregası olarak 1935'te kullanılmaya başlanmış ve kullanım oranı bundan sonra da düzenli bir artış göstermiştir. Almanya, II. Dünya Savaşından önce hafif bina yapım ünitelerinde güçlü bir üretici ve ihracatçı olmuştur. M.S. IV. yüzyıldan itibaren, XIX. yüzyıla kadar Almanya'nın Ren Bölgesindeki şehirlerde pomza kullanılmaya başlandığı görülmüştür [2].

Pomzanın ilk kullanıldığı bölgelerden biri de Van Gölü Havzası'dır. Urartular Döneminde (M.Ö. 900-M.Ö. 600) konutlarda ve gıdaların bozulmasını önlemek amacıyla, gıdaların muhafaza edildiği depolarda, izolasyon malzemesi olarak kullanılmıştır. Van yöresinde yapılan kazı çalışmalarında depolama kaplarının alt kısmı ve çevresinin kalın bir pomza taşı tabakası ile kuşatıldığı tespit edilmiştir[3].

Dünya genelinde tespit edilen pomza rezervi 18 milyar ton civarındadır. Pomza yataklarının yer aldığı ülkelerin başında ABD, Türkiye ve İtalya gelmektedir. Türkiye'deki pomza rezervi miktarı 2,8 milyar ton civarındadır. Buna göre Türkiye'deki pomza rezervi, Dünya pomza rezervinin %15,8'ine karşılık gelmektedir. Pomza üretiminde dünyada birkaç ülke söz sahibidir. İtalya ve Türkiye en fazla pomza üretimi yapan ülkelerdir [4]. Dünya'da 2012 yılında pomza ve ilişkili materyallerin üretimi 16,5 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'nin 2014 yılı pomza üretim miktarı ise 5 700 000 ton olarak tahmin edilmektedir[5].

Günümüzde pomzadan çoğunlukla, belirli bir granülometrik düzenleme ile doğrudan çimento ile preslenerek, dekoratif ve yapısal beton bloklar, yerinde dökme beton ve duvar panelleri ile asmolen döşeme blokları gibi hafif yapı elemanları yapılmaktadır [6].

Gündüz [7], pomzanın agrega, çimentonun da bağlayıcı olarak kullanıldığı bir çalışma yapmış ve ürettiği numuneleri basınç dayanımı, elastisite modülü, su almada genişleme, kurumada büzülme, su emme ve ısı iletimi deneylerine tabi tutmuştur. Gerçekleştirdiği deneyler sonunda, 25:1 oranına kadar agrega/çimento karışımlarının taşıyıcı; 25:1 oranından daha fazla agrega/çimento karışımlarının ise taşıyıcı olmayan blok elemanların üretiminde kullanılabileceğini tespit etmiştir. Gündüz, deneylerinde 8-16 mm, 4-8 mm ve 0-4 mm iriliklere karşılık gelen kaba, orta irilikte ve ince pomza agrega kullanmış ve optimum karışımı %25 ince, %25 orta irilikte ve %50 kaba agrega olarak bulmuştur. Ayrıca agrega/çimento oranının düşmesi ile basınç dayanımının arttığını ve ısı yalıtım özelliğinin iyileştiğini de tespit etmiştir.

Cavaleri ve ark. [8], yapısal hafif beton elemanların üretiminde pomzanın bir alternatif olarak kullanılmasını tartışmıştır. Bu tür betonların mekanik ve fiziksel özelliklerinin değerlendirilmesi sonucunda, yapısal panellerde uygulanabilirliğinin, genişletilmiş kilden üretilen betonlar ve normal ağırlıklı betonlar kadar geçerli olduğunu, pomzanın yerel olarak bulunduğu yörelerde, aşırı yatay yüklere karşı yüksek dayanım gerektirmeyen yapısal elemanların üretiminde kendisini iyi bir alternatif olarak sunduğunu ifade etmişlerdir.

Sarı ve arkadaşları bentonit, pomza farklı organik malzemeleri kullanarak ürettikleri numunelerde özellikle termal iletkenliğini iyileşebileceğini ortaya koymuşlardır [9]. Arıtma sistemleri çamurunu pomza içerisine katılmasıyla üretilen örneklerin birçok özelliklerinin değişebileceği gösterilmiştir [10]. Kılıç ve Zeynep ise 2014 yılında yapmış oldukları çalışmada, Volkanik pomzanın ürün içindeki puzolanik aktivitesini incelemişlerdir[11].

Günümüz yapı teknolojisinde kullanılan pomza esaslı yapı elemanında çimentodan kaynaklanan, agrega reaktivitesinin oluşması, termal iletkenliği ve birim hacim ağırlığının 0,7 g/cm³'ten aşağılara çekilememesi önemli sorunlardır. Bu sebeple pomza için yeni bir bağlayıcı arayışları gün geçtikçe artmaktadır. Bu nedenle bağlayıcı olarak çimento yerine bazı kimyasalların kullanılması yoluna gidilmiştir. Özellikle jeopolimer esaslı yapı malzemesi üretimine aşırı ilgi duyulmaktadır. Bu çalışmalara, literatürdeki birçok çalışmanın yanı sıra pomza esaslı polimer bağlayıcılı hafif beton blok üretimi örnek olarak verilebilir. [12, 13]

Ülkemizde üretilen pomza esaslı bims bloklar, pomzanın yeterince ince malzeme içermemesinden dolayı %100 pomza dolgulu olarak üretilmemektedir. Bu sebeple ürün içerisine ignimbirit, kalsit vb. ince malzeme ilave ederek üretilmektedir. Bu çalışmada ülkemizde pomza esaslı yapı malzemesi olarak üretilen bims blokların bünyesine katılan ignimbirit malzemesinin ürün üzerindeki fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiştir.

POMZA ESASLI VE İGİNİMBİRİT KATKILI HAFİF YAPI MALZEMESİNİN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

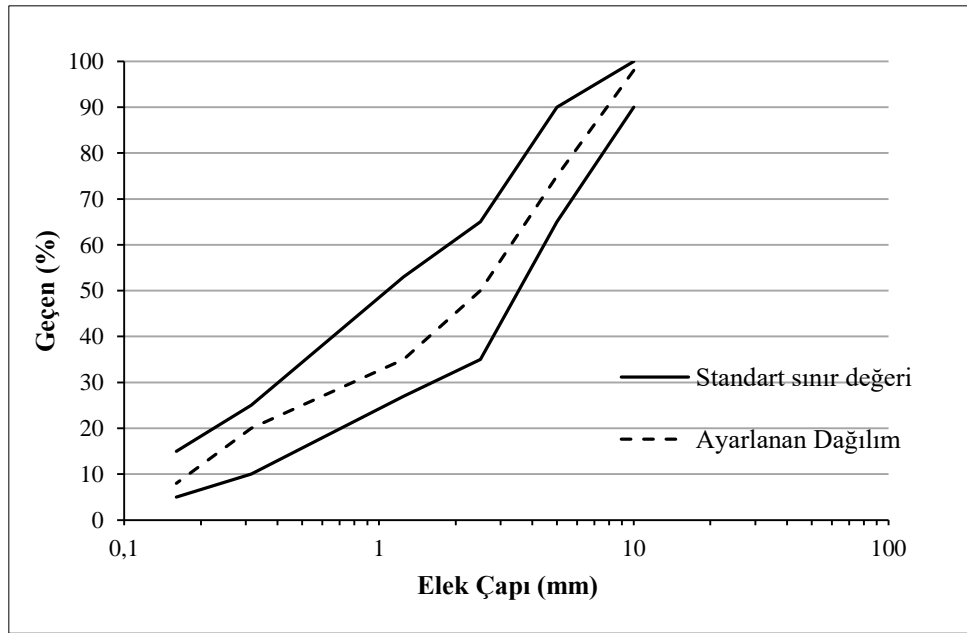
Çalışmanın materyalini Nevşehir İli asidik pomzası oluşturmaktadır. Asidik pomzanın tercih edilmesinin nedeni, birim hacim ağırlığının ortalama $0,7 \text{ g/cm}^3$ seviyelerinde olması (bazik pomza ortalama $1,5 \text{ g/cm}^3$) ve çimento ile daha iyi reaksiyona girebilmesidir. Bu yörede bulunan asidik pomza yatakları, Avanos ve Derinkuyu ilçeleri arasında yayılım göstermektedir.

Yörede bulunan pomza seviyelerinin kalınlığı yer yer 1-20 m arasında değişmektedir. Bu pomza seviyelerinin içinde %1-3 arasında değişen miktarda bazalt, diyabaz ve obsidyen parçaları bulunur. Nevşehir ve civarındaki pomza yatakları birçok sektör tarafından tercih edilen kalitedeki pomza yataklarıdır. Bu civardaki pomzaların tane boyu genellikle 1-70 mm arasında değişmektedir. Pomza, beyaz, gri, krem renklerde olup, üst seviyeler ve altrezonlar sarımtırak beyaz ve kirli bej renklerde. Yapılan çalışmalar sonucunda, bu bölge sahalarındaki pomzaların hafif yapı malzemesi olarak kullanılabilir kalitede oldukları saptanmıştır [14].

Çalışmanın materyali Niğde Özbek İnşaat AŞ'den temin edilmiştir. Pomza iri ve ince olmak üzere iki aşamalı kullanılmıştır. Kullanılan 10,00-1,25 mm aralığındaki pomzanın iri malzeme sıkışık birim hacim ağırlığı $\gamma = 0,53 \text{ g/cm}^3$, 1,25-0 mm aralığındaki pomzanın ince malzeme sıkışık birim hacim ağırlığı $\gamma = 0,91 \text{ g/cm}^3$ ve 1,25-0 mm aralığındaki ignimbirit'in sıkışık birim hacim ağırlığı $\gamma = 1,25 \text{ g/cm}^3$ olarak ölçülmüştür. Pomzanın kimyasal analizi Tablo 1'de, elde edilecek ürünün TS 3234 [15]'e göre ayarlanmış granülometrik dağılımı Şekil 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Pomzanın kimyasal bileşimi (%)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	Diğer
71,15	15,43	1,62	0,94	5,52	3,73	0,64	1,16



Şekil 1. Pomza granülometrik eğrisi (15)

Çalışmada kullanılan bağlayıcı, çimento olup Niğde İlinde faaliyet gösteren ÇİMSA Çimento ve Sanayi A.Ş. tarafından üretilen CEM I 42,5 R Portland Çimentosu ile Bimsblok üretimi amaçlı özel olarak üretilen Çimsa Süper Bims -CEM II/A-L 42,5 R Portland Kalkerli Çimento kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

Çalışmada numune üretmek için *TS 3234 Bimsbeton Yapım Kuralları, Karışım Hesabı ve Deney Metotları* standardı esas alınmıştır [15]. Karışım hesapları bu standarda göre yapılmıştır. Standartta belirtilen BS 40, BS 80 ve BS 120 olarak üç farklı bimsbeton sınıfı esas alınmıştır. Bu beton sınıflarına göre çalışma iki aşamada yürütülmüştür. Birinci aşamada dolgu malzemesi olarak %100 pomza kullanılmıştır. Kullanılan malzemenin granülometresi Şekil 1’de belirtilen grafiğe uygun hale getirilmiş ve numuneler oluşturulmuştur. İkinci aşamada; malzeme iki gruba ayrılmıştır. Birinci grupta 10-1,25 mm arası malzemenin tamamı pomza olmuştur. İkinci grupta ise 1,25-0 mm arasında ignimbirit kullanılmıştır. Her iki grupta karıştırılarak elek analizi Şekil 1’e uygun hale getirilmiştir. Mevcut agrega karışımı, yine aynı standartta yer alan karışım hesabına göre karışım parametreleri oluşturularak hazırlanmıştır. Her bir numune için CEM I ve CEM II çimento kullanılmıştır. Daha sonra numuneler üzerinde gerekli testler yapılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Numune üretiminde kullanılan çimento miktarı TS 3234’de belirtilen ve Tablo 2’de verilen oranlarda alınmıştır. Üretilen her üç karışım için minimum değer olan sırasıyla 150, 200 ve 250 kg alınmıştır.

Tablo 2. Bimsbeton türlerine göre çimento miktarları

Bimsbeton sınıfı	Çimento miktarı (kg/m ³)
BS 40	150-250
BS 80	200-300
BS 120	250-350

Numune karışımları, karışım hesabına göre Tablo 3’te belirtilen miktarlarda oluşturulmuştur. Beton karışım hesabı TS 3234’e göre BS standartlarında değişiklik gösterip BS 40, BS 80 ve BS 120 bims beton sınıflarına göre agregalar standart olarak alınmıştır. Üretilen bütün numunelerin karışıma giren malzemelerin çimento miktarı farklı olduğu için su miktarları slump değerine göre yapılmış, slump çökme değerleri 5 cm olacak şekilde su miktarları ayarlanmıştır.

Numuneler Pan tipi mikserde karıştırılmış ve iki aşamada kalıplanmıştır. Numunelerin yerleştirilmesi, numune kapları yarıya kadar doldurularak şişleme çubuğu ile 25'er vuruşla şişlenmiştir. Kalan yarıya da doldurulduktan sonra tekrar 25'er vuruşla şişlenmiştir. Numune kalıplarına yerleştirilen taze beton malzemesi 24 saat kalıplarda bekletilip priz aldıktan sonra kalıptan alınarak 20±2°C sıcaklığındaki kür havuzuna yerleştirilmiştir. Kür havuzunda bekletilen numuneler testten 4 saat öncesinde havuz dışına alınıp ortamda bekletildikten sonra 7 ve 28 günlük eksenel basınç dayanım testine tabi tutulmuştur.

Elde edilen numuneler üzerinde tek eksenli basma dayanımını Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında yapılmıştır. Birim hacim ağırlığı (BHA), su emme ve porozite deneyler yapılarak Tablo 4’te özetlenmiştir.

Yapılan çalışmada tek eksenli basma dayanımına göre ignimbirit katkılı numunelerin daha fazla mukavemet kazandıkları gözlenmiştir. Bu sonuçta, bünyesel gerilme değerleri pomzaya nazaran daha fazla olan kum taneciklerinin ignimbirit hacminin yaklaşık %30’unu oluşturmasının etkili olduğu söylenebilir. Mukavemet kazanmasının yanında pomza katkılı numunelere nazaran, ignimbirit katkılı ürünlerin birim hacim ağırlığı yaklaşık %26 oranında artış göstermiştir. Ürünlerdeki bu artış, yapı sektörü için istenmeyen durumdur. Numunelerin su emme ve porozite oranları aşırı şekilde farklılık göstermemiş ve birbirlerine yakın değerler elde edilmiştir.

Çalışmanın görsel hale getirilmesi için tek eksenli basma dayanımı ile birim hacim ağırlıklarının grafiksel gösterimi Şekil 2-4’te verilmiştir.

POMZA ESASLI VE İGNİMBİRİT KATKILI HAFİF YAPI MALZEMESİNİN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Tablo 3. Karışım oranları

Elek Çapı (mm)	Elekten Geçen (%)	Hacim (cm ³)	Ağırlık (g)	Numune Üretimi		
				Çimento (g)	İgnimbirit (g)	Pomza (g)
BS 40						
10	98	526	279	3000	0	279
5	75	6049	3206		0	3206
2,5	50	6575	3485		0	3485
1,25	35	3945	3590		0	3590
0,315	20	3945	3590		0	3590
0,160	8	3156	2872		0	2872
Kalan	0	2104	1915		0	1915
BS 40						
10	98	526	279	3000	0	279
5	75	6049	3206		0	3206
2,5	50	6575	3485		0	3485
1,25	35	3945	4971		4971	0
0,315	20	3945	4971		4971	0
0,160	8	3156	3977		3977	0
Kalan	0	2104	2651		2651	0
BS 80						
10	98	526	279	4000	0	279
5	75	6049	3206		0	3206
2,5	50	6575	3485		0	3485
1,25	35	3945	3590		0	3590
0,315	20	3156	2872		0	3590
0,160	8	2104	1915		0	2872
Kalan	0	3945	3590		0	1915
BS 80						
10	98	526	279	4000	0	279
5	75	6049	3206		0	3206
2,5	50	6575	3485		0	3485
1,25	35	3945	4971		4971	0
0,315	20	3945	4971		4971	0
0,160	8	3156	3977		3977	0
Kalan	0	2104	2651		2651	0
BS 120						
10	98	526	279	5000	0	279
5	75	6049	3206		0	3206
2,5	50	6575	3485		0	3485
1,25	35	3945	3590		0	3590
0,315	20	3156	2872		0	3590
0,160	8	2104	1915		0	2872
Kalan	0	3945	3590		0	1915
BS 120						
10	98	526	279	5000	0	279
5	75	6049	3206		0	3206
2,5	50	6575	3485		0	3485
1,25	35	3945	4971		4971	0
0,315	20	3945	4971		4971	0
0,160	8	3156	3977		3977	0
Kalan	0	2104	2651		2651	0

Not: Miktarlar 6 adet 15x15x15 cm numune içindir.

Tablo 4. Deney parametreleri

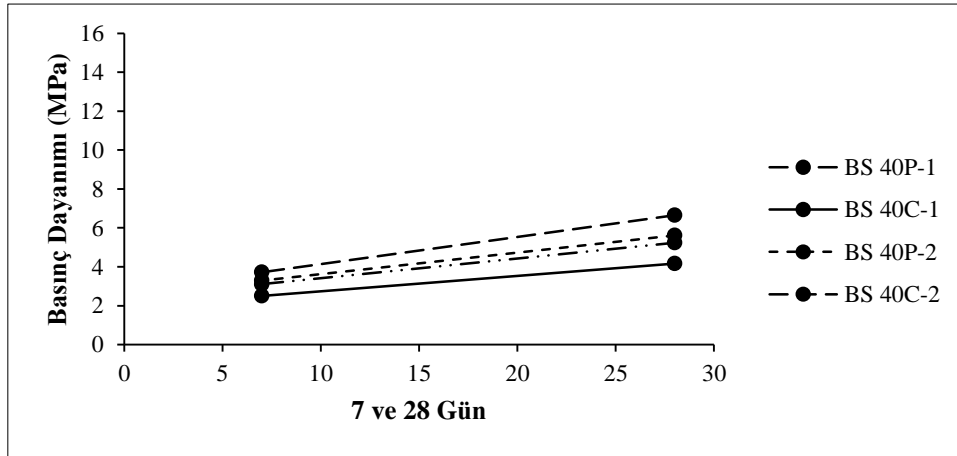
Numune	Tek Eksenli Basınç Dayanımı (MPa)		Birim Hacim Ağırlığı (g/cm ³)	Su Emme (%)	Porozite (%)
	7 günlük	28 günlük			
BS 40 _{P-1}	3,11	5,24	0,67	43,3	38,4
BS 40 _{C-1}	2,51	4,17	0,65	41,0	39,8
BS 40 _{P-2}	3,30	5,62	0,93	38,3	41,6
BS 40 _{C-2}	3,72	6,65	0,98	41,1	41,3
BS 80 _{P-1}	6,05	9,25	0,73	38,6	40,9
BS 80 _{C-1}	3,56	8,36	0,74	43,2	44,5
BS 80 _{P-2}	6,02	9,95	1,05	36,7	42,8
BS 80 _{C-2}	6,12	10,88	1,06	39,1	41,8
BS 120 _{P-1}	7,72	13,80	0,87	37,2	43,2
BS 120 _{C-1}	4,85	11,88	0,86	39,7	44,4
BS 120 _{P-2}	7,75	14,85	1,11	38,0	41,3
BS 120 _{C-2}	7,87	11,96	1,10	38,7	43,2

BS 40_{P-1} = Alt indis P, CEM I Çimentosunu, 1 %100 pomza dolgu malzemesi

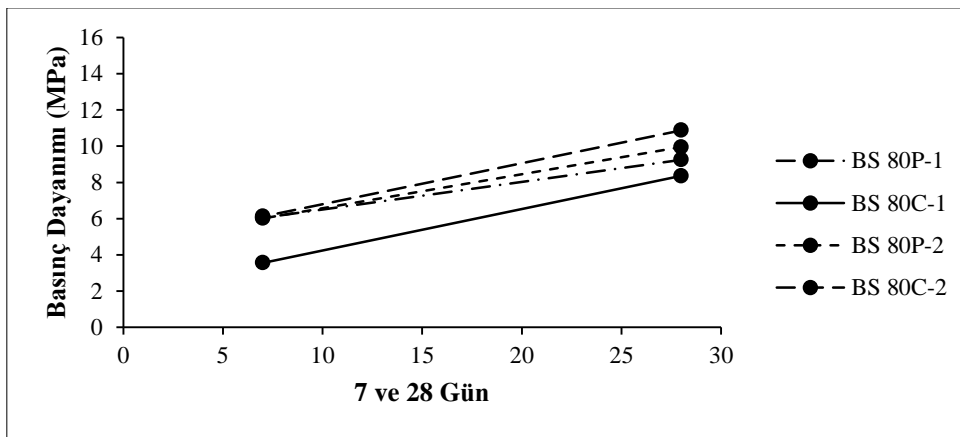
BS 40_{C-1} = Alt indis C, CEM II Çimentosunu, 1 %100 pomza dolgu malzemesi

BS 40_{P-2} = Alt indis P, CEM I Çimentosunu, 2 ignimbirit + pomza dolgu malzemesi

BS 40_{C-2} = Alt indis P, CEM II Çimentosunu, 2 ignimbirit + pomza dolgu malzemesi

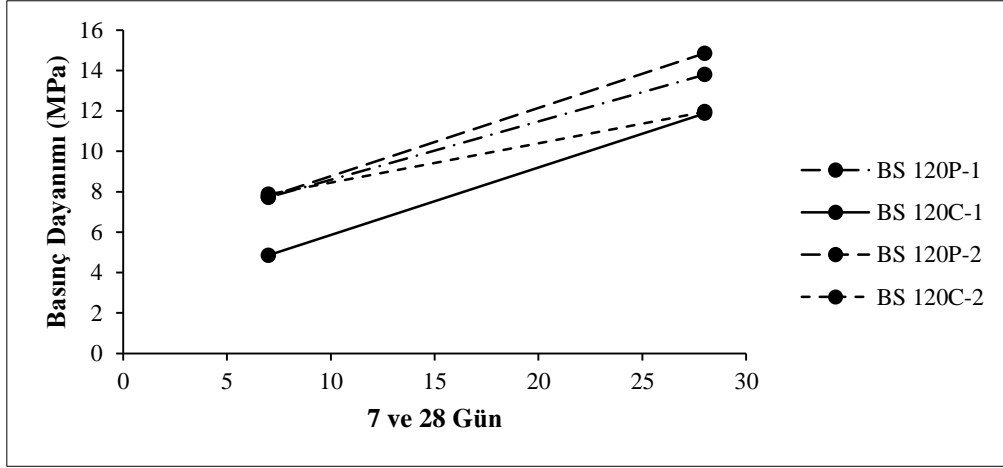


Şekil 2. BS 40 Numunelerin tek eksenli basma dayanımı değerleri



Şekil 3. BS 80 Numunelerin tek eksenli basma dayanımı değerleri

POMZA ESASLI VE İGNİMBİRİT KATKILI HAFİF YAPI MALZEMESİNİN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ



Şekil 4. BS 120 Numunelerin tek eksenli basma dayanımı değerleri

4. SONUÇLAR

Çalışma; pomza esaslı hafif yapı malzemesinin üretiminde %100 pomza ve pomza+ignimbirit dolgulu ürünlerin fiziksel ve mekanik özelliklerini içermektedir. Her iki ürünlerde de CEM I ve CEM II çimentosu kullanılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar:

- 1- Bağlayıcı olarak CEM I çimentosu ile üretilen, %100 pomza ve pomza+ignimbirit dolgulu BS 40, BS 80 ve BS 120 numunelerde, CEM II çimentosu ile üretilen numunelere göre yaklaşık %15 civarında daha fazla tek eksenli basma dayanımı değerleri elde edilmiştir. Ürün üretiminde Portland Çimentosunun kullanılması, ürün mekanik özelliklerinin artmasını sağlamaktadır.
- 2- Tek eksenli basma dayanımı %100 pomza dolgulu numunelere nazaran, ignimbirit katkı numunelerin daha fazla mukavemet kazanmasının nedeni, bünyesel gerilme değerleri daha fazla olan kum taneciklerinin, ignimbirit hacminin yaklaşık %30'unu oluşturmasından kaynaklandığı söylenebilir.
- 3- %100 pomza dolgulu ürünlerin birim hacim ağırlıkları 0,7 g/cm³ civarında elde edilmiştir. İgnimbirit katkı ürünlerin birim hacim ağırlıkları ise yaklaşık %26 oranında artış göstermiş ve yaklaşık 1 g/cm³ civarındadır. Ürünlerde birim hacim ağırlıklarının artışı, bina öz yükünü artırdığı ve nakliye girdisini fazla etkilediği için yapı sektöründe çözülmesi gereken önemli bir sorundur.
- 4- Numunelerin su emme ve porozite değerleri aşırı şekilde farklılık göstermemiş her bir numune ve beton sınıfı için yakın değerler elde edilmiştir.

Sonuç olarak yapı endüstrisinde standartlara uygun, gerekli mekanik ve fiziksel özelliklere sahip ürünler tercih edilmektedir. %100 pomza dolgulu ürünlerin mekanik özellikler hedef standartları sağlamasına rağmen, ignimbirit katkı ürünlere nazaran %15 daha az tek eksenli basma dayanımına sahiptir. Ancak sektörde aranılan en büyük özelliklerden biri de birim hacim ağırlığının düşük değerde olmasıdır. %100 pomza esaslı numuneler, ignimbirit katkı numunelere nazaran yaklaşık %26 daha hafif olmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] BİLGİL, A. YEŞİLYURT, E., GÖKÇE, M.V., Production of Pumice-Based Geo-Polymer Concrete, International Conference on Civil and Environmental Engineering, Dedeman Cappadocia Hotel, Nevşehir, Turkey 20-23 May, P. 1608-1614, 2015.
- [2] ÖZKAN, Ş.G., TUNCER, G., Pomza Madencilğine Genel Bir Bakış, Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, İzmir, 200-207, 2001.
- [3] BELLİ, O., Tarih Boyunca Van, İstanbul: Promat Basım Yayın Sanayi ve Ticaret A.Ş., 2007.
- [4] CRANGLE, R.D., Pumice and Pumicite, 2012 Minerals Yearbook, U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey, 2013.
- [5] USGS, U.S., Geological Survey, Pumice and Pumicite, Mineral Commodity Summaries, February, 2014 s:2.

A.BİLGİL, H. ÖZDEL

- [6] KÖSE, H., PAMUKÇU, Ç., YALÇIN, N., SEÇER, T., Pomza ve Yapı Malzemesi Olarak Kullanım Olanakları, Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, Ekim 16-17, İzmir, 1997.
- [7] GÜNDÜZ, L., The Effects of Pumice Aggregate/Cementations on the Low-Strength Concrete Properties, Science Direct Construction and Building Materials, 22, 135-142, 2008.
- [8] CAVALERİ, L., MİRAGLİA, N., and PAPIA, M., Pumice concrete for structural wall panels, *Engineering Structure*, 25, 115-125, 2003.
- [9] SARI, A., CEMİL, A., ALPER, B., BİLGİN, C., Latent Thermal Energy Storage Characteristics Of Building Composites Of Bentonite Clay And Pumice Sand With Different Organic PCM, Department Of Chemistry, Gaziosmanpaşa University, 60240 Tokat, Turkey International Journal Of Energy Research Int. J. Energyres, 38:1478–1491, 2014.
- [10] LI, W., WANG, K., and LI, Y., Usage of Pumice as Bulking Agent in Sewage Sludge Composting Chuandong Wub, State Key Laboratory of Urban Water Resource and Environment (SKLUWER), Henan Normal University, Xinxiang 453007, China
- [11] KILIÇ, A., ZEYNEP, E., Sertabipoglu Effect of Heat Treatment on Pozzolanic Activity of Volcanic Pumice Used as Cementitious Material, Mining Engineering Department, Istanbul University, Doi: 10.1002/Er.3185 International Journal of Energy Research Int. J. Energyres, 38:1478–1491, 2014.
- [12] BİDECİ, A., GULTEKİN, A.H., YİLDİRİM, H., OYMAEL, S., BİDECİ, O.S., Internal Structure Examination of Lightweight Concrete Produced with Polymer-Coated Pumice Aggregate, Composites: Part B 54, 439–447, 2013.
- [13] BİDECİ, O.S., BİDECİ, A., GULTEKİN, A.H., OYMAEL, S., and YİLDİRİM, H., Polymer coated pumice aggregate sand their properties, Composites: Part B 67, 239–243, 2014.
- [14] ÇEVİKBAŞ, A., İLGÜN, F., Türkiye Pomza Yataklarının Jeolojisi ve Ekonomisi 1. İsparta Pomza Sempozyumu, 13-18 İsparta, 1997.
- [15] TS 3234, Bimsbeton Yapım Kuralları, Karışım Hesabı ve Deneysel Metotları, Türk Standardları Enstitüsü Necatibey Caddesi No.112 Bakanlıklar/ANKARA, 1978.