

Pomza Ve Diyatomitin Hafif Blok Eleman Üretiminde Kullanılmasının Araştırılması

Investigation of Use of Pumice and Diatomeceous in the Production of Ligthweighth Block Materials

Osman ÜNAL, İsmail DEMİR, Tayfun UYGUNOĞLU

AKÜ, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü, 03200,ANS Kampusu, AFYON
unal@aku.edu.tr, idemir@aku.edu.tr, uygunoglu@aku.edu.tr

ÖZET: Bu çalışmada pomza ve Afyon Tınaztepe yöresi diyatomit malzemelerinin hafif beton blok eleman üretiminde kullanılmasının betonun özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Yapılan deneysel çalışmada, hafif agrega olarak üç ayrı tane grubuna ait pomza ile diyatomit, normal agrega olarak kum ve kırmakum kullanılarak değişik oranlarda farklı seriler üretilmiştir. Bu serilerde 5-10 pomza boyut grubu karışımlarda %30 oranında sabit tutulmuştur. 0-4 boyut grubuna ait pomza %50'den %35'e kadar azalırken, +10 tane grubuna ait pomza %20'den %35'e kadar artırılmıştır. Ayrıca pomza+diyatomit ve diyatomit +kum+kırmakum karışımlarına ait beton blok elemanlar da üretilerek özellikleri araştırılmıştır. Çimento dozajı 250 ve 300 olan beton numuneleri üzerinde ultrases hızı, kılcal su emme ve basınç deneyleri yapılarak elemanlara ait özellikler belirlenmiştir.Çalışmada elde edilen sonuçlardan, pomza ve diyatomit hafif beton blok eleman üretiminde değerlendirilerek tuğla gibi bölme elemanları yerine kullanılabilir. Aynı zamanda ekonomiye yarar sağlandığı gibi binalarda yalıtım olayı da çözülmüş olur.

Anahtar Kelimeler: Pomza, Diyatomit, Hafif Agregalı Beton, Su Emme, Basınç Dayanımı

ABSTRACT: In this paper, the effect of use of production in properties of concrete as lightweight concrete block of pumice and in the region of Tınaztepe/Afyon diatomeceous were investigated. In the experimental study, as lightweight aggregate, with different three groups of pumice and diatomeceous, as normal aggregate, with sand and crushed stone at the different ratios with different series were produced. In these series pumice of 5-10mm fraction was kept ratio of %30. Pumice of 0-4mm fraction reduced from %50 to %35, pumice of +10mm fraction was increased from %20 to %35. Foremore, properties of lightweight concrete block which was produced from pumice+diatomeceous and diatomeceous+sand+crushed stone were investigated. On the concrete specimens, 250 and 300 cement content, tested and determined ultrasonic velocity, water absorbtion and compressive strength. From obtained results of studies, pumice and diatomeceous can be used both poduction of lightweight concrete and replacement with divide materials as a brick. At the same time, it can be achieved economical benefits as well as contribution to the building isolation.

Keywords: Pumice, Diatomeceous, Lightweight Concrete, Water Absorbtion, Compressive Strength

1. GİRİŞ

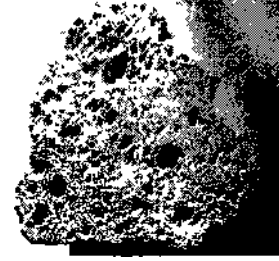
Hafif agregalı beton blok elemanlar, geleneksel betonların yerine uygunluk sağlayan bir çok mühendislik uygulamalarında kullanılmaktadır[1]. Beton yapılarda betonun yoğunluğunun azaltılarak yapı üzerindeki toplam yükün azaltılması istenir ve bu yüklerin en önemlisi de ölü yüklerdir. Bu yüzden hafif betonun kullanılmasıyla bu ölü yükler azaltılır ve taşıyıcı elemanların boyutları küçülerek ekonomik bir kazanç sağlar[2].

Birçok hafif beton üretim yöntemleri vardır. Bu yöntemlerden bir tanesi beton bileşenlerinden olan ince malzemeyi çıkarmaktır. Hafif beton üretiminin diğer bir yolu kimyasal karışımlar kullanarak betonun içine hava kabarcıkları katmaktır. Bu tip betonlar gözenekli veya gaz beton olarak da bilinirler. Hafif beton üretiminin en popüler yolu ise hafif agregalar kullanılmaktadır[3]. Normal betonun agregalar granülometrisinin çeşitli bölümlerinin hafif agregalarla değiştirilerek, karışımların E-modüllerinin modeller yardımı ile hesaplanabileceği, aynı birim ağırlık için ortalama birim hafif agregalar boyutu arttıkça basınç mukavemetinin azaldığı görülmüştür. Aynı şekilde normal agregalar ile değiştirilen hafif agregaların boyutu arttıkça hafif beton gevrek kırılmakta, tokluğu azalmakta, nihai basınç birim kırılması yine azalma göstermektedir. Böylece aynı bir süreklilik granülometriye ve birim ağırlığa sahip betonlar içinde ince bölümü hafif agregalar olan betonlar mekanik özellikler bakımından daha iyi sonuç vermektedir.

Pomza taşı, tüf ve volkanik cüruf agregalar ile imal edilen hafif beton blokların duvar elemanı olarak özelliklerinin tayini üzerinde yapılan çalışmalarda malzeme olarak Kayseri-Develi Bölgesi pomza taşları, Kayseri Hizmetdede andezit tüfleri ve Manisa-Salihli bazalt cürufalarını kullanarak yapılan çalışmalarda genel olarak hafif agregaları betonlarda istenilen işlenebilirlik özelliğinin elde edilmesi için normal betona göre daha fazla ince malzeme konması gerektiği, hafif agregalı betonlar ile bunlarla imal edilen blokların normal betona göre daha fazla ısı drenci, ses izolasyonu, yangına karşı daha iyi bir dayanım ve düşük öz ağırlık özelliklerine

sahip olduğu, hafif agregalı beton blokların daha fazla rötre yapmalarına karşılık düşük elastisite modüllerinin uzama miktarını düşürmesi ile rötre fazlalığının telafi edildiği ve çatlaklarının böylece önleneceği görülmüştür[4].

Yurdumuzda da hafif betonlara ilişkin olarak yapılmış bazı araştırmalar uygulamada bulunmakta ise de bu konuya verilen önem yeterli düzeye erişmemiştir. Bu bakımdan değişik yöntemler uygulanarak ve çeşitli yapı hafif agregalar kullanılarak üretilen hafif blok eleman endüstrisinin gelişmesi yanında özellikle çeşitli bölgelerimizde bol miktarda bulunan pomza, perlit, volkanik tüf ve diatomit yapı üretiminde kullanımı ve uygulama alanlarının geliştirilmesi önem kazanmıştır. Hafif agregalar doğal gözenekli olmasından dolayı genellikle yalıtım amaçlı kullanılmaktadır.



Resim 1. Pomza taşı

Pomza; bu ihtiyaçlara karşılık veren doğal bir yapı taşıdır. Pomza taşı, birbirine bağlantısız boşluklu, sünger görünümlü, silikat esaslı, birim hacim ağırlığı 1 gr/cm^3 den küçük sertliği mohs iskalasına göre 6 civarında, camı doku gösteren volkanik bir doğal hafif agregadır (Resim 1). Pomza taşının basınç mukavemeti; kalkerin %5-10'u, elastisite modülü ise %2'si mertebesindedir. Pomza taşının 24 saatlik su emme yüzdeleri ince agregada %20, iri agregada %30 civarındadır. Pomzanın kimyasal bileşimi ise %60-70 SiO_2 , %13-17 Al_2O_3 , %1-3 Fe_2O_3 , %1-2 CaO , %7-8 Na_2O , K_2O şeklindedir. Ayrıca az miktarda TiO_2 , SO_3 , C bulunmaktadır [4]. Hafif yapı elemanının boyutuna göre TS 3234'te pomza taşı en büyük tane boyutunun 20 mm, 12,5 mm veya 10 mm olması gerektiği öngörülmüştür.

Gevşek birim hacim ağırlığı TS 1114 standardına göre hafif agregada 1100 kg/m^3 'ü geçmemelidir.

Pomza genel olarak aşağıdaki alanlarda kullanılmaktadır[5]:

- Tarım sektörü
- inşaat sektörü
- Çeşitli sanayi sektörleri (toz olarak)
- Tekstil sektörün
- Kimya sektörün

Türkiye'de bulunan pomza yatakları aşağıdaki bölgelerde bulunmaktadır:

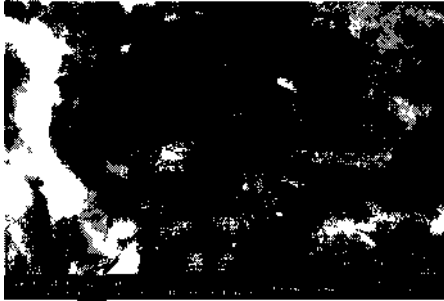
1. Orta Anadolu pomza yatakları

- Nevşehir İli pomza yatakları
- Başköy üyesi pomzası
- Keçiderebendi pomzası
- Alahopu pomzası

b. Kayseri ili pomza yatakları

2 Doğu Anadolu pomza yatakları

3. Batı A nadolu pomza yatakları [6]



Resim 2. Diyatomit

Diyatomit su yosunları sınıfından olan tek hücreli diyatomların silisli kavkılarının birikmesi sonucu oluşmuş organik tortul kayadır (Resim 2). Diyatomit yüksek gözenekliliği, ısı, ses ve elektriği az geçirmesi, kimyasal maddelere karşı dayanıklılığı ve yoğunluğunun az olmasından dolayı bir çok sanayi dalında kullanılmaktadır[5].

Diyatomit'in başlıca kullanım alanları, filtrasyon, dolgu, izolasyon, cila maddesi, katalizör ve katalizör taşıyıcı, sentetik silikat imali, hafif yapı malzemesi, refrakter sanayii ve kimyasal gübre sanayiidir. Dünyanın en büyük diyatomit üreticisi A.B.D.'dir. Dünya diyatomit üretiminin %66'sı filtrasyon, %21'i

dolgu ve %13'ü ise izolasyon ve diğer alanlardır.



Şekil 1. Türkiye Perlit Pomza, Diyatomit Rezervleri

Türkiye'deki diyatomit yatakları Kayseri-Nevşehir Yöresi, Ankara-Çankırı Yöresi Batı Anadolu Yöresi ve Doğu Anadolu Yöresi olmak üzere dört bölgede toplanmıştır. Bunların hepside Neojen yaşta, volkaniklerle ardışıklı gösel çökellerdir [7].

Çizelge 1. Afyon -Tınaztepe Diyatomit Kimyasal Özellikleri

Kompozisyon %	Afyon - Tınaztepe
SiO ₂	84,15
Al ₂ O ₃	4,50
Fe ₂ O ₃	3,36
CaO	1,07
MgO	1,03
Na ₂ O	0,47
K ₂ O	0,44
Kızdırma Kaybı	4,92

Özgül Ağırlık: $1,9-2,35 \text{ gr/cm}^3$

Yapılan bu deneysel çalışmada da pomzanın ve Afyon Tınaztepe Yöresi'nde bol miktarda bulunan diyatomit agregaları ile hafif beton blok elemanlarının üretimi ve kullanılabilirliği araştırılmıştır.

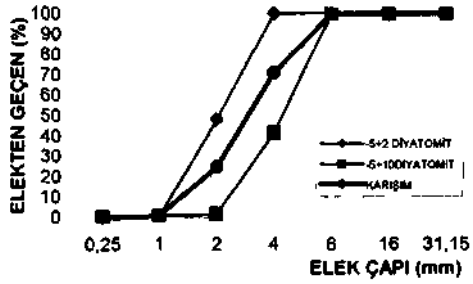
2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Kullanılan Malzemeler

2.1.1. Hafif Agregası

Çalışmalarda hafif agregası olarak İsparta çevresinde zengin bir potansiyele sahip bulunan pomza taşı ile Afyon'un Tınaztepe Yöresi'nden getirilen diyatomit malzemesi kullanılmıştır. Normal agregası olarak ise Sincanlı yöresinden getirilen kum ve kırmakum malzemeleri kullanıldı. Pomza malzemesi üzerinde yapılan granülometri analiz sonuçları ve karışıma ait değerler Şekil 2'de sunulmaktadır. Diyatomit malzemesine ait granülometrik analiz sonuçları da Şekil 3'te verilmektedir.

Şekil 2. Pomza Elek Analiz Sonuçları



Şekil 3. Diyatomit Elek Analizi

2.1.2. Normal Agregası

Hafif beton karışımında Sincanlı Yöresi'nden getirilen 0-4 mm tane dağılımına sahip kum ile kırmakum kullanılmıştır. Kum üzerinde yapılan deneylerde, organik madde bulunmadığı (renk açık), 24 saat dinlendirme sonucunda ağırlıkça % 1,04 oranında çamurlu madde bulunduğu saptanmıştır. Deney TS 3527'ye göre yapılmıştır.

2.1.3. Çimento

Beton karışımlarında Afyon SET çimento fabrikasının üretimi olan TS 12143 PKÇ/A 32,5 R Portland kompoze çimentosu kullanılmıştır. TS 24'e göre çimentonun fiziksel ve kimyasal özellikleri çimento fabrikası laboratuvarında yapılmış ve sonuçların T.S 19'da belirtilen standart değerlere uygun olduğu görülmüştür.

Çimentonun fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 2'de, kimyasal özellikleri de Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 2. PKÇ 32,5 Portland Kompoze Çimentosu Fiziki ve Mekanik Özellikleri

Dayanım Sınıfı	Basınç Dayanımı (N/mm ²)			Priz başlama süresi (dak)	Hacim genleşmesi (mm)
	Erken Dayanım		Standart Dayanım		
	2 günlük	7 günlük	28 günlük		
32,5	-	16	32,5	60	10

özgül Ağırlığı 2,85 kg/dm³

Çizelge 3. PKÇ 32.5 Portland Kompoze Çimentosu Kimyasal Özellikleri

Bileşik Adı	%
SiO ₂	20-25
Al ₂ O ₃	5-10
Fe ₂ O ₃	2-4
CaO	63-67
MgO	0.5-2.7
Na ₂ O	—
SO ₃	1-2.5
Diğer maddeler	0.5-2

2.1.4. Su

Araştırmada Afyon şehir içme suyu kullanılmıştır. Harçta kullanılan bu suyun sıcaklığı ortalama 20 °C'dir.

2.2. Hafif Beton Karışımları ve Numunelerin Hazırlanması

Hafif beton karışımları pomza, pomza+diyatomit ve diyatomit+normal agregası karışımları hacim metoduna göre ayarlanmıştır. Hafif agregası olarak karışımlarda kullanılan pomza ve diyatomit malzemeleri üretimden önce su içerisinde tutularak suya doygun hale getirilmiştir. Önceden agregalara emdirilen su, hafif agregası ağırlığının yaklaşık %20 - 25'dir. Yapılan çalışmada, P serisinde 5-10mm pomza boyut grubunun karışım içerisindeki oranı %30 olarak sabit seçilerek

diğer boyut gruplarının değişimleri Çizelge 4'te verilmektedir.

Çizelge 4. P Serisi karışım Oranları

POMZA SERİLERİ (% olarak)				
Malzeme	P1	P2	P3	P4
0 - 4 mm	50	45	40	35
5 - 10 mm	30	30	30	30
+10 mm	20	25	30	35

Diyatomit katkılı karışımlarda 0-2 mm boyutunda kum ve 0-4 mm boyutunda kırmakum kullanılması ile yarı taşıyıcı hafif blok eleman özellikleri araştırılmıştır. D serisinde ise kum %20 ve kırmakum %40 sabit olacak şekilde karışım içerisinde 2-5 ve 5-10 boyut gruplarında diyatomitin karışım oranları Çizelge 5'te verilmektedir. Ayrıca DP serisinde 0-4 boyut grubu pomza %35,+10 boyut grubu pomza %30 ve 2-5 boyut grubu diyatomit %35 oranlarında karıştırılarak hafif beton üretimi yapılmıştır.

Çizelge 5. Kullanılan Diyatomit+Kum+Kırmakum numunelerine Ait Yüzde Değerleri

Malzeme	DİYATOMİT SERİLERİ (%)		
	D1	D2	D3
2 - 5 mm	10	20	30
5 - 10 mm	30	20	10
0 - 2 mm Kum	20	20	20
0 - 4 Kırmakum	40	40	40

Üretilen betonlar 10x10x10cm'lik küp kalıplara yerleştirildi. Yerleştirme yöntemi olarak şişleme ve kalıba 15 saniye süreyle vibrator uygulandı. Bütün kalıplar tam olarak doldurulduktan sonra yüzeyi düzelterek, 24 saat bekletildikten sonra çıkarılan numuneler 28. güne kadar 20°C'lik laboratuvarında %65'lik rutubetli ortamda saklanarak 28. gün sonunda ise deneye tabi tutuldular. Üretilen her seriden 5 numunenin 2 tanesi su emme deneyi için, 3 tanesi de ultrases geçiş süresi ve basınç deneyinde kullanıldı. Deneylerde elde edilen sonuçlar grafik ortamda değerlendirilerek

standart tuğla elemanlarına göre yapılar da kullanılması kıyaslanmıştır.

3.DENEY SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRME

Üretilen numuneler üzerinde yapılan 28 günlük deney sonuçları çizelge 6'da verilmektedir.

Çizelge 6. Numunelere Ait Özellikler

Seri No	Birim Hacim Ağırlık (kg/m ³)	Ultrases hızı (km/sn)	Basınç dayanımı (N/mm ²)
P1	1469(100)*	2.81(100)*	11(100)*
P2	1462 (99.5)	2.78 (98.9)	10(90.1)
P3	1434(97.6)	2.68 (95.4)	9(81.8)
P4	1422(96.8)	2.60 (92.5)	9(81.8)
D1	1749(100)*	2.93(100)*	8(100)*
D2	1832(105)	3.22(110)	12(150)
D3	1907(109)	3.46(118)	13(162)
DPI	1264	2.15	6

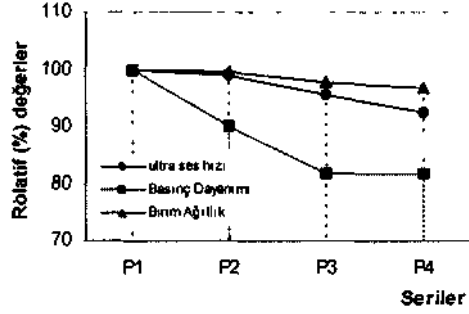
Bu sonuçlara göre P ve D serilerine ait değerlendirmeler ayrı ayrı grafik ortamda her serinin kendi grubu içerisindeki rölatif % değerlerine göre yapılmıştır.

Pomza serilerinde karışım içerisindeki 0-4 pomza boyut grubu azalırken +10 boyut grubu malzeme miktarları artırıldığında, hafif beton numunelerinin özelliklerinde belirgin azalma görülmüştür. Bu sonuca göre karışımındaki ince malzeme miktarı azalması, iç yapıda boşlukların çoğalmasına ve buna bağlı olarak birim ağırlığın, basınç dayanımının ve ultrases hızının düşmesi bulunan sonuçlara göre çalışmanın doğruluğunu vurgulamaktadır.

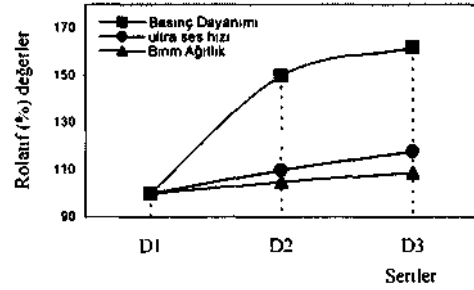
Üretim yöntemi, agrega çeşidi, karışım oranları gibi etkenlere bağlı olarak pomza agregalı hafif betonların birim ağırlıkları, dolayısı ile dayanım ve yalıtım özellikleri değişebilmektedir.

Diğer taraftan diyatomit ile normal agrega karışımlarına ait grafik incelendiğinde, ince malzeme oranı artarken iri malzeme oranı azaltıldığında, numunelerin özelliklerinde özellikle basınç dayanımında belirgin bir artış olmuştur. Bu artış miktarı ince diyatomit

malzemesi ile normal agrega arasındaki aderansın iyi olduğunu göstermektedir.



Şekil 4. P Serileri Beton Özellikleri



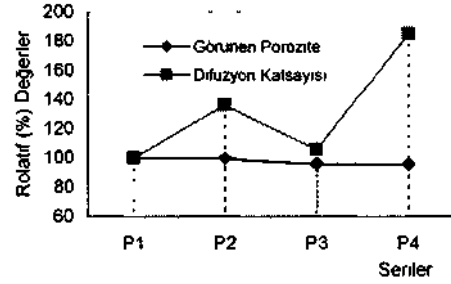
Şekil 5. D Serileri Beton Özellikleri

Ayrıca karışım içindeki ince malzeme mevcut boşlukları tam doldurduğundan numunelerin kompozitleri de yüksek çıkmaktadır. Bu sonuç, aynı zamanda, dayanımın da ince malzeme miktarına bağlı olarak artmakta olduğunu doğrulamaktadır.

Çizelge 7. Numunelere Ait Fiziksel Özellikler

Numune No	Birim Ağırlık (pr)	Görünür Porozite (%)	Difüzyon Katsayısı D'	Denklem	R ²
P1	136Ü	26,3	63,62	y = 9x	0,98
P2	1345	26,15	86,59	y = 10,5x - 4	0,96
P3	1300	25,15	67,20	y = 9,25x + 1,25	0,92
P4	1310	25,1	117,86	y = 12,25x - 3,75	0,96
D1	1600	33,2	330,06	y = 19,75x + 2,75	0,99
D2	1680	30,4	306,35	y = 20,5x + 2	0,93
D3	1700	26,9	148,48	y = 13,75x - 5,25	1,00

Üretilen serilere ait su emme deneyi sonucunda numunelere ait görünür porozite ve kılcallık katsayıları hesaplandığında elde edilen sonuçlar şöyle özetlenebilir. Kılcallık olayı betonun içindeki boşlukların oranından ziyade, boşlukların boyutlarıyla ve en önemlisi de çaplarıyla ilgilidir. Çünkü kılcal boşlukların çapları küçüldükçe çekim kuvvetleri daha da artar. Porozite denilen betonun boşluk oranı kılcal boşlukların yanında diğer büyük boşlukları da ihtiva eder [8]. Büyük boşluklar su emme olayında çok önemli bir etkiye sahip değildirlir. Dolayısıyla betondaki porozitenin artması her zaman kılcallığın artması anlamına gelmeyebilir. Betonun su emme miktarı poroziteye değil, betondaki kılcal boşlukların sürekliliğine ve kesitlerine bağlıdır. Şekil 6'da pomza serilerine ait difüzyon katsayısı ve görünür porozitenin P1 ve D1 serilerine göre rölatif değişimi verilmektedir.

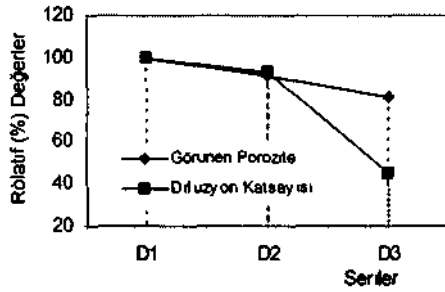


Şekil 6. P ve D Serilerinin Difüzyon Katsayısı ve Görünür Porozite Rölatif Değerleri

Şekilden görüldüğü gibi 0-4 ince malzeme oranındaki P1 serisine göre %5'er azalarak +10mm iri malzemenin karışım içerisinde %5'er artması durumunda ince malzeme oranının azalmasına paralel numunelerin porozitesi de azalmaktadır. Ancak bu azalma eğilimi çok azdır. Buna karşılık numunelerin ince malzeme miktarı azalırken su emme oranlarına bağlı olarak difüzyon katsayılarında bir artış eğilimi görülmüştür. Bunun nedeni; numunelerdeki pomza agregasının ince malzeme oranının azaltılarak iri malzeme oranının artması sonucu kompozitesinin azalması ve buna bağlı olarak da betondaki kılcal boşlukların, mevcut

boşluklarla birleşerek daha büyük boşlukların oluşmasına bağlanabilir. Büyük boşluklar kılcallık olayında daha az rol oynadığından daha az su emme olayı meydana gelmiştir.

Diyatomit numunelerine ait difüzyon katsayısı ve görünür porozite ilişkisi Şekil 7'de verilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi, porozitenin azalmasına paralel olarak numunelere ait difüzyon katsayıları da azalma eğilimi göstermektedir. Diğer- bir deyişle; diyatomit serilerinin üretiminde ince malzeme oranı %10 oranında artırılmıştır. Buna bağlı olarak kompasitesi de artırılmıştır. Kompasitesinin artması sonucu kılcallık olayının da azaldığı görülmektedir.



Şekil 7. D Serileri Difüzyon Katsayısı ve Görünür Porozite Rölatif Değerler

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

- Pomza serilerinde ince malzeme oranının her karışımda %5 azalması ve buna karşılık iri malzeme grubunun %5 artırılması ile numunelerin basınç dayanımlarında, ultrases hızlarında ve birim ağırlıklarında azalma eğilimi görülmüştür. Basınç dayanımındaki azalma oranı, yaklaşık olarak %20 mertebesinde dir.
- D serilerinde karışımdaki malzeme oranı %10 olan 2-5mm ince diyatomit malzemesi %10 artırılıp, 5-10 boyut grubu malzemesinin %10 azaltılmasıyla iç yapıdaki boşluk miktarının azaldığı ve buna bağlı olarak ultrases hızının ve basınç dayanımının arttığı gözlenmiştir.

- Pomzanın karışım içerisindeki ince malzeme oranı %50 den itibaren %5 oranında azaltılmasıyla, hafif betonun kılcallığı artmakta olup görünen porozite de azalma eğilimi azda olsa izlenmektedir.
- Diyatomit+normal agregası karışımlarında ise, ince malzeme oranı azalması durumunda, numunelerin görünen poroziteleri ve difüzyon katsayıları azalmaktadır.

Sonuç olarak; pomza ile üretilen blok elemanlar standart tuğla elemanların dayanım değerlerini sağlaması yanında, daha iyi yalıtım özelliğine sahip olması da bölme elemanları için kullanılmasına bir avantaj teşkil edebilir. İçerdikleri boşluk miktarından dolayı yalıtım amaçlı hafif beton ve hafif blok eleman üretiminde pomza gibi diyatomit malzemesi de değerlendirilerek ülke ekonomisine yarar sağlanabilir.

Kaynaklar

- [1] Cavaleri, L., and etc., "Pumice Concrete For Structural Wall Panels", Engineering Structures 25,2003,115-125
- [2] Neville, A.M.,Brooks, J. J., 1987, "Concrete Technology", Longman Group UK Limited, pp.346.
- [3] Demirboga, R., and etc., "Effects of expanded Perlite aggregate And Mineral Admixtures On The Compressive Strength Of Low-Density Concretes", Cement and Concrete Research 312001 1627-1632.
- [4] Atan, Y., Yapı Malzemesi II Ders Notları. 1972.
- [5] Meisenger, A.C., "Minerals Facts And Problems", United States Department of the interior, 1985.
- [6] Tuncer,G.,Dünya Pomza rezervleri ve Üretimde Türkiye'nin Yeri ve Önemi.
- [7] Açıklan,A.N.,Türkiye'de ve Dünya'da Diyatomit,MTA Genel müd. F.E.D.,1991, ANKARA.
- [8] Uyan, M., "Beton ve Harçlarda Kılcallık Olayı", Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi, 1975.

