



**Makale
(Article)**

Geçirimli Beton Üretiminde Bazalt Agregası Kullanımının Mekanik Özelliklere Etkisi

Ahmet Raif BOĞA*

*Afyon Kocatepe Üniversitesi, Müh. Fak., İnşaat Mühendisliği Böl., 03200 Afyonkarahisar/TÜRKİYE
araif@aku.edu.tr

Özet

Geçirimli betonlar birbirine bağlı boşluklar içeren bir beton türüdür. Normal betondan farklı olarak çok az ince malzeme içeren veya hiç içermeyen betonlardır. Geçirimli betonlar su kanallarını gizlemek amacıyla yağmur ve su kanallarının üstünde, su toplanmasını önlemek amacıyla binaların girişinde, otopark zeminlerinde, park ve bahçelerin yürüyüş yollarında, kaldırım düzenlemelerinde, spor alanlarında kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Afyonkarahisar-İncehisar bölgesinden elde edilen bazalt agregaları geçirimli betonların içerisinde kullanılmıştır. Geçirimli beton karışımında maksimum agrega tane boyutu 11.2 mm olan kırma taş ve bazalt agregaları kullanılmıştır. Geçirimli beton üretiminde bazalt agregaları kırma taş agregası yerine hacimce % 25, 50, 75 ve 100 oranlarında kullanılmıştır. Ayrıca hiç bazalt agregalarının kullanılmadığı kontrol serileri de üretilmiştir. Üretilen geçirimli betonların fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek için sertleşmiş betonlar üzerinde birim ağırlık, basınç dayanımı, yarmada-çekme dayanımı ve eğilme dayanımı deneyleri yapılmıştır. Deneyler sonucunda bazalt agrega kullanımı ile geçirimli betonların birim ağırlıklarının azaldığı sonucuna varılmıştır. Geçirimli betonların birim ağırlıklarındaki azalmalardan dolayı basınç, eğilme ve yarmada-çekme dayanımını değerlerinde de azalmalar oluşmuştur.

Anahtar Kelimeler: Geçirimli beton, bazalt agregası.

The effect of mechanical properties of using basalt aggregate in the production of pervious concrete

Abstract

Pervious concrete is a concrete type containing interconnected voids. Pervious concrete is different from normal concrete because of containing limited fine materials. Pervious concrete is traditionally used in parking areas, areas with light traffic, residential roads, pedestrian pavements and sport areas. In this study, basalt aggregates were obtained from Afyonkarahisar-İncehisar region were used in pervious concrete. Crushed stone and basalt aggregate in pervious concrete mixtures have 11.2 mm maximum aggregate sizes were used. In pervious concrete production, basalt aggregate are used instead of crushed stone aggregate by volume of 25, 50, 75 and 100%. Also, control series doesn't consist basalt aggregates were produced. In order to determine physical and mechanical properties of pervious concrete unit weight, compressive strength, splitting-tensile and flexure tests were performed on hardened concrete. It is concluded that unit weight of pervious concrete that is used basalt aggregate decreased. Compressive strength, splitting and tensile strength and flexure strength values decreased due to the decreasing of the unit weight of pervious concrete.

Keywords: Pervious concrete, basalt aggregate.

Bu makaleye atıf yapmak için

Boğa A.R., "Geçirimli Beton Üretiminde Bazalt Agregası Kullanımının Mekanik Özelliklere Etkisi" Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi 2015, 11(1) 1-10

How to cite this article

Boğa A.R., "The effect of mechanical properties of using basalt aggregate in the production of pervious concrete" Electronic Journal of Construction Technologies, 2015, 11(1) 1-10

1. GİRİŞ

Geçirimli beton hiç ince agregası içermeyen veya çok az miktarda ince malzeme içeren ve birbirine bağlı boşluğa sahip özel bir beton türüdür. Birbiri ile bağlantılı geniş boşluklar, geçirimli betonun içerisinde suyun kolayca akmasına izin verir. Geçirimli betonların çevresel yararlarından dolayı; otoparkların, yürüyüş yollarının, kaldırımların ve tali yolların yapımında geçirimli beton kullanımı sürekli olarak artmaktadır. Ayrıca, geçirimli betonlar geniş miktarda boşluk içermesinden dolayı geçirimli betonların yoğunluğu ve termal iletkenliği normal betonlara göre daha az olmaktadır [1-2].

Günümüzde uygulanan geçirimsiz beton veya asfalt kaplamalar yağmur sularının yer altı sularına ulaşmasını engellemektedir. Bu amaçla geçirimli betonların kullanılması yer altı sularının sürekliliği açısından çok önemlidir. Bu yüzden, geçirimli betonun yağmur suyu akışının yönetiminde, yeraltı suyunun yenilenmesinde ve su kalitesinin gelişmesinde önemli bir çevresel malzeme olduğu düşünülmektedir. Ayrıca geçirimli betonlar suyu kolaylıkla içine alarak depolayabilir ve depolama miktarı çoğu zaman yağın yağmur seviyesinin üzerindedir. Çevresel performans açısından, geçirimli beton aynı zamanda kimyasallar ve ağır metaller gibi kirleticileri geçirimli yapı içerisinde filtrelemek için kullanılabilirler. Boşlukların boyutu ve birbiri ile bağlılığı agreganın tipi, boyutu ve gradasyonu, pasta hacmi gibi değişkenlerden etkilenmektedir [3-4].

Normalde, geçirimli betonlar su/çimento oranı 0.25-0.35 arasında olacak şekilde üretilirler. Geçirimli betonlar genel olarak % 15-25 oranında boşluğa, 3-30 MPa arasında basınç dayanımına ve 0.025-0.61 cm/s arasında geçirimsizlik değerlerine sahiptirler [5].

Geçirimli betonlar ile ilgili çalışmalar incelendiğinde çok çeşitli çalışmaların yapılmış olduğu görülmüştür. Kılınç ve Akakın [4] yaptıkları çalışmada farklı oranlarda ince malzeme içeren geçirimli betonların dayanım, su geçirimsizlik, birim ağırlık, kuruma büzülmesi ve donma çözülme dayanımlarını incelemiştir. Bhutta vd. [6] yaptıkları çalışmada atık beton agregasını geçirimli beton üretiminde kullanmışlardır. Ürettikleri geçirimli betonların özelliklerini arttırmak için polimer tozları kullanmışlardır. Hesami vd. [7] pirinç kabuğu külü ve lif kullanımının geçirimli betonların mekanik özelliklerine etkilerini çalışmışlardır. Pirinç kabuğu külü ve lif kullanımı ile ürettikleri geçirimli betonların basınç, çekme ve eğilme dayanımı sonuçlarında artışlar olduğunu belirtmişlerdir. Gesoğlu vd. [5] atık lastik içeren geçirimli betonların özelliklerini incelemiştir. Lastik kullanımı ile geçirimli betonların mekanik özelliklerinde azalmalar olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Yapılan bu çalışmada Afyon ili, İscehisar bölgesinden elde edilen bazalt agregası, kırmataş I (4-11.2 mm) agregası yerine hacimce % 0, 25, 50, 75 ve 100 oranlarında kullanılarak geçirimli beton numuneleri üretilmiştir. Üretilen geçirimli beton numunelerinin mekanik özellikleri belirlenmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Kullanılan Malzemeler

Geçirimli beton üretiminde kullanılan malzemeler ile ilgili bilgiler aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

2.1.1. Çimento

Geçirimli beton üretiminde Afyon Çimento Fabrikası'nın ürettiği CEM I 42.5 R Portland Çimentosu kullanılmıştır. Çimentonun XRF analizi, fiziksel ve mekanik özellikler deney sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo1. Çimentonun XRF analizi, fiziksel ve mekanik özellik deney sonuçları

	Kimyasal Bileşim, %	CEM I 42.5 R
Kimyasal Özellikler (XRF analizi)	SiO ₂	16.80
	Al ₂ O ₃	4.81
	Fe ₂ O ₃	3.55
	CaO	63.90
	MgO	1.94
	Na ₂ O	0.74
	K ₂ O	1.24
	SO ₃	3.02
	MnO	0.12
	Kükürt (S)	-
	Cl ⁻	0.01
	Kızdırma kaybı	1.24
	Çözünmeyen Kalıntı	0.44
	Serbest Kireç	1.90
Fiziksel Özellikler	Özgül ağırlık	3.15
	Özgül yüzey, cm ² /gr	3320
	Standart Kıvam Su Miktarı, %	32
	Priz Başlama Süresi, dk	177
	Priz Sona Erme Süresi, dk	244
	Hacim Genleşmesi, mm	2
Mekanik Özellikler	Basınç Dayanımı, MPa (2 Günlük)	28.2
	Basınç Dayanımı, MPa (7 Günlük)	41.7
	Basınç Dayanımı, MPa (28 Günlük)	52.3

2.1.2. Kırmataş Agregası

Geçirimli beton üretiminde Afyon KOLSAN hazır beton tesisinin taş ocaklarından elde edilen kalker esaslı kırmataş agregası kullanılmıştır. Geçirimli beton üretiminde sadece kırmataş I agregası kullanılmıştır. Kırmataş I agregasının en büyük tane büyüklüğü 11.2 mm'dir. Beton üretiminden kullanılan kırmataş agregasının XRF analizi sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Yapılan deneyler sonucunda kırmataş agregasının fiziksel özelliklerine ait elde edilen sonuçlar da Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 2. Kırmataş agregasının XRF analizi sonuçları

	Kimyasal Bileşim, %	Kırmataş
Kimyasal Özellikler (XRF analizi)	SiO ₂	1.72
	Al ₂ O ₃	0.82
	Fe ₂ O ₃	0.15
	CaO	52.50
	MgO	1.63
	Na ₂ O	0.03
	K ₂ O	0.08
	SO ₃	0.02
	MnO	0.01
	Kükürt (S)	-
	Cl ⁻	0.01
	Kızdırma kaybı	42.90
	Çözünmeyen Kalıntı	-
	Serbest Kireç	-

2.1.3. Bazalt Agregası

Geçirimli beton üretiminde Afyonkarahisar ili, İscehisar ilçesi, Bahçecik mevkiindeki maden ocaklarından elde edilen bazalt agregaları kullanılmıştır. Geçirimli beton üretiminde kullanılan bazalt agregasının en büyük tane büyüklüğü 11.2 mm olarak seçilmiştir. Bazalt agregasını üreten firmanın sunduğu raporlardan agregalarının mafik volkanik ojit bazalt kayasını temsil ettiği ve ayrıca agregaların içerdiği SiO₂ miktarlarının %50'nin üzerinde olduğu görülmüştür. Geçirimli beton üretiminde kullanılan bazalt agregasının fiziksel özelliklerine ait deney sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Agregaların fiziksel özellikleri.

Fiziksel Özellikler	Kırma Taş I	Bazalt
Özgül ağırlık	2.694	2.620
Su emme, %	0.563	0.589
İncelik modülü	5.33	5.29

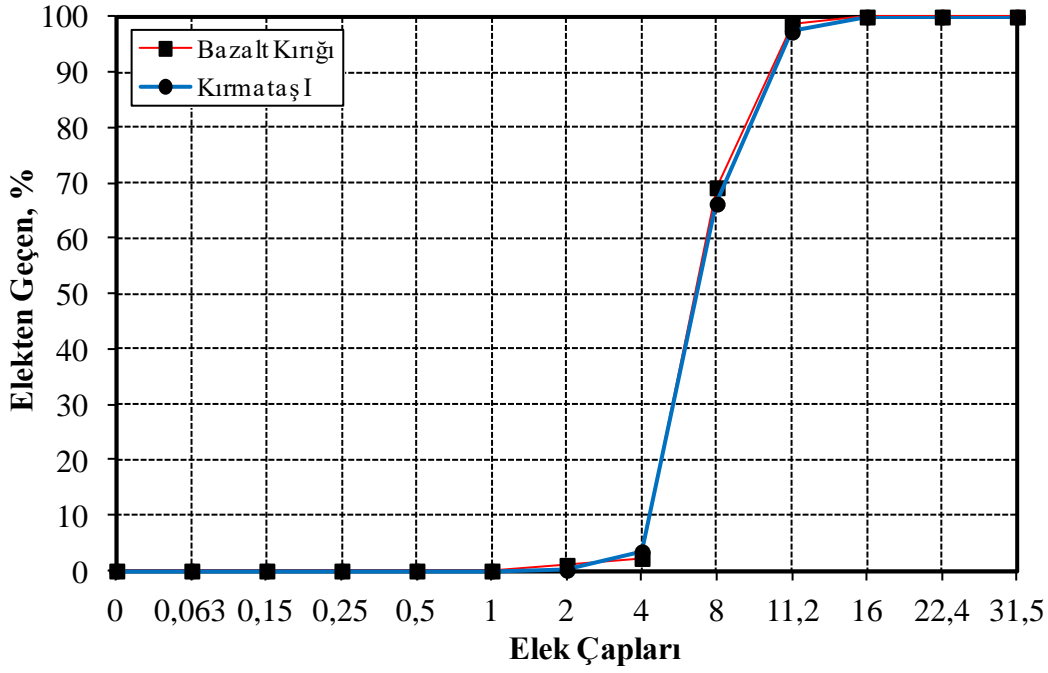
Geçirimli beton üretiminde kullanılan agregalar üzerinde elek analizi yapılmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 4 ve Şekil 1'de verilmiştir. Şekil 1 incelendiğinde iki agreganın da granülometri eğrilerinin üst üste çakıştığı görülmüştür. Elek analizleri sonucunda kırmataş agregası ile bazalt agregasının granülometrik dağılımlarının aynı olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 4. Agregaların elek analizi sonuçları.

Elek boyutları (mm)	Elekten geçen malzeme miktarı, %	
	Kırma Taş I	Bazalt
31.5	100	100
22.4	100	100
16	100	100
11.2	97.27	98.70
8	66.23	69.18
4	3.47	2.26
2	0.13	1.03
1	0.00	0.00
0.5	0.00	0.00
0.25	0.00	0.00
0.15	0.00	0.00
0.063	0.00	0.00

2.1.4. Hiper akışkanlaştırıcı

Geçirimli beton üretiminde BASF MASTER GLENİUM 178 süperakışkanlaştırıcı beton katkısı kullanılmıştır.



Şekil 1. Agregaların granülometri eğrileri.

2.2. Geçirimli Beton Karışım Oranları

Bazalt agregası kırmataş I agregası yerine hacimce % 0, 25, 50, 75 ve 100 oranlarında kullanılmıştır. Kullanılan agregaların özgül ağırlıkları farklı olduğundan dolayı karışımlarda, agregalar hacimce yer değiştirilmiştir. Bazalt agregalı seriler B25, B50, B75, B100 olarak adlandırılmıştır. Bazalt agregasının kullanılmadığı seriler ise Kontrol olarak adlandırılmıştır. Geçirimli taze betonlar kalıplarına yerleştirilirken boşluk oranlarının azalmaması için kısa süreli şişleme işlemi yapılmıştır. Taze betonlar kürek ve mala ile yardımı ile kalıp yanlarına vurularak yerleştirilmiştir.

Tablo 5. Geçirimli beton karışım oranları.

Karışım Kodu	Su/Çimento	Su kg/m ³	Çimento kg/m ³	Bazalt agregası kg/m ³	K.Taş I, kg/m ³	SA kg/m ³
Kontrol	0.33	132	400	-	1448	4.00
B25	0.33	132	400	352	1086	4.00
B50	0.33	132	400	704	724	4.00
B75	0.33	132	400	1056	362	4.00
B100	0.33	132	400	1408	-	4.00

2.3. Üretilen Numune Tipleri, Kür Koşulu ve Süreleri

Üretilen numuneler 100x200 mm boyutlarındaki silindir, bir kenarı 150 mm boyutunda olan küp, 100x100x350 mm boyutlarındaki prizmatik numunelerden oluşmaktadır. Üretilen beton numuneleri 24 saat laboratuvar ortamında kalıplarında bekletilmiştir. Daha sonra kalıplarından çıkartılan numuneler ilgili deneylerin yapılacağı zamana kadar 20 ± 2 °C sıcaklığa sahip kirece doymun su havuzlarında bekletilmiştir (standart kür ortamı).

2.4. Yapılan Deneyler

2.4.1. Basınç dayanımı deneyi

Basınç dayanımı deneyleri de 150x150x150 mm boyutlarındaki küp numuneler üzerinde yapılmıştır. İlgili deneyler kür süresi dolan 28 günlük numuneler üzerinde yapılmıştır. Basınç dayanımı deneyinin yapılışı Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Basınç dayanımı deneyinin yapılışı.

2.4.2. Yarmada-Çekme Dayanımı Deneyi

Yarmada-çekme dayanımı deneyleri bir kenarı 100x200 mm boyutundaki silindir numuneler üzerinde yapılmıştır. Yarmada-çekme dayanımı deneyleri kür süresi dolan 28 günlük numuneler üzerinde yapılmıştır. Yarmada-çekme dayanımı deneyinin yapılışı Şekil 3’te gösterilmiştir.



Şekil 3. Yarmada-çekme dayanımı deneyinin yapılışı.

2.4.3. Eğilme dayanımı deneyi

Eğilme dayanımı deneyleri 100x100x350 mm boyutundaki prizmatik numuneler üzerinde yapılmıştır. Eğilme dayanımı deneyleri kür süresi dolan 28 günlük numuneler üzerinde yapılmıştır. Eğilme dayanımı deneyinin yapılışı Şekil 4’te gösterilmiştir.

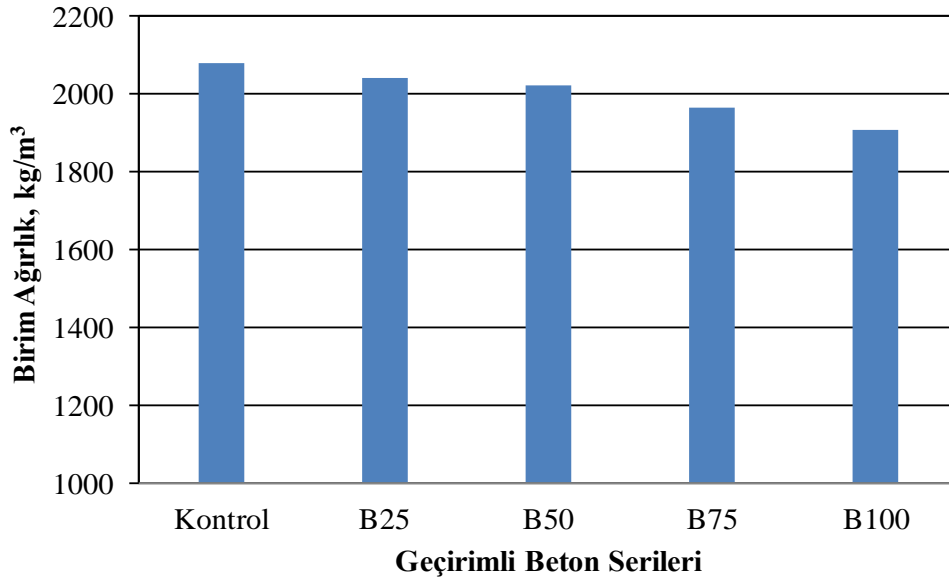


Şekil 4. Eğilme dayanımı deneyinin yapılışı.

3. DENEY SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

3.1. Birim Ağırlık Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Birim ağırlık sonuçlarının geçirimli beton serilerine göre değişimi Şekil 5'te verilmiştir. Şekil 5 incelendiğinde bazalt agregası miktarının artışı ile birlikte birim ağırlık sonuçlarının azaldığı görülmüştür. Bazalt agregasının özgül ağırlığının kalker esaslı kırmataş agregasının özgül ağırlığından küçük olmasından dolayı birim ağırlıklarda bu azalışlar görülmüştür.

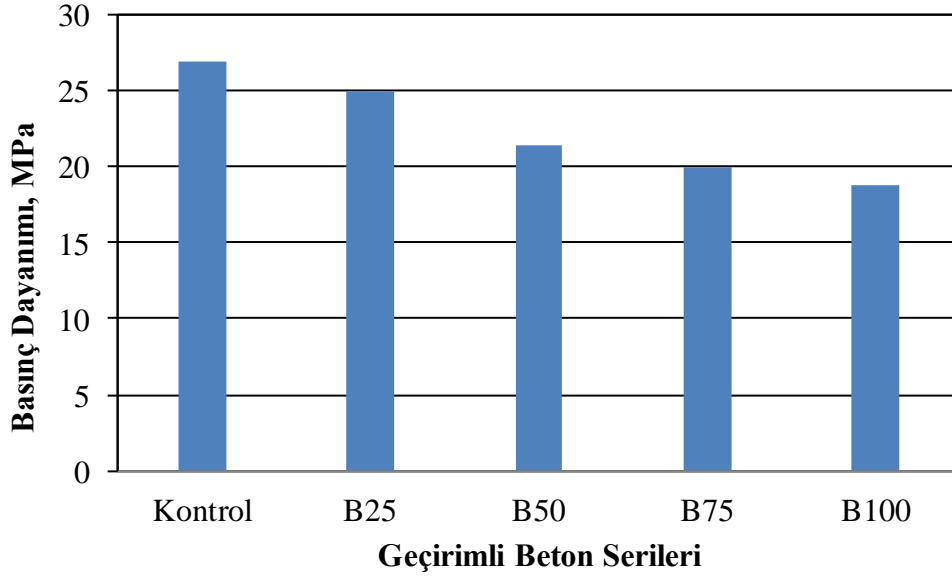


Şekil 5. Birim ağırlık sonuçlarının geçirimli beton serilerine göre değişimi.

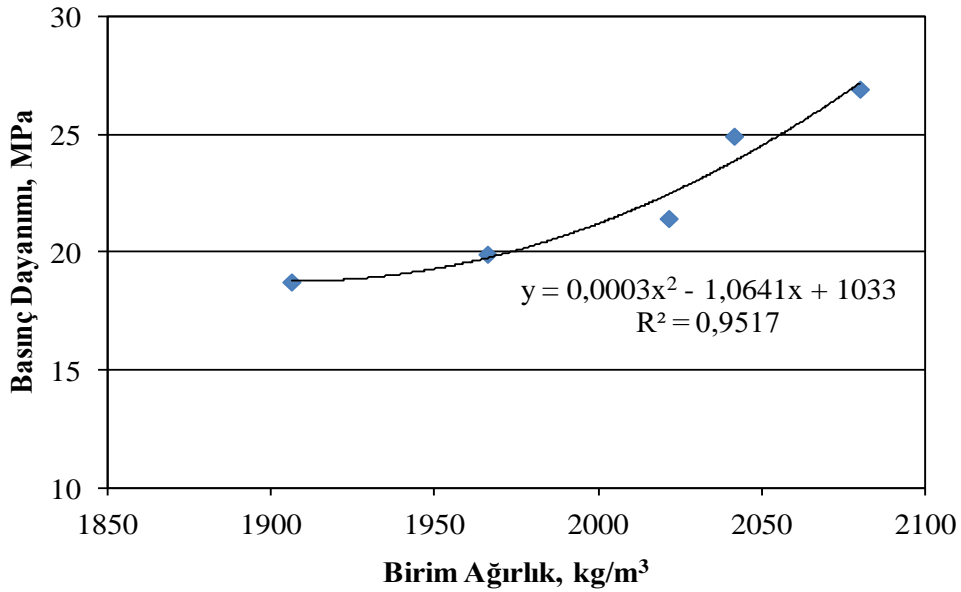
3.2. Basınç Dayanımı Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Basınç dayanımı sonuçlarının geçirimli beton serilerine göre değişimi Şekil 6'da verilmiştir. Şekil 6 incelendiğinde kalker agregası yerine kullanılan bazalt agregası miktarlarının artışı ile birlikte basınç dayanımlarında azalmaların olduğu görülmüştür. En düşük basınç dayanımı sonuçları tamamen bazalt agregalarının kullanıldığı B100 serilerinden elde edilmiştir. Basınç dayanımı değerlerinin 17 ile 27 MPa

arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Basınç dayanımlarındaki bu azalmaların birim ağırlıklardaki azalmalardan kaynaklandığı düşünölmektedir. Bu amaçla Şekil 7 hazırlanmıştır.



Şekil 6. Basınç dayanımı sonuçlarının geçirimli beton serilerine göre değişimi.

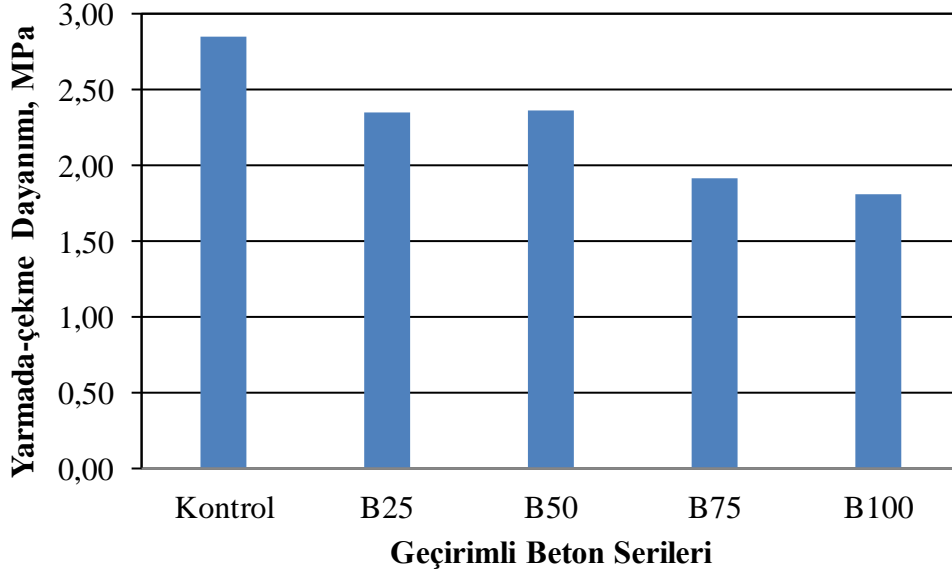


Şekil 7. Basınç dayanımı ve birim ağırlık sonuçları arasındaki ilişki.

Şekil 7 incelendiğinde, korelasyon katsayısı değerinden de göröldüğü üzere basınç dayanımı ile birim ağırlık sonuçları arasında oldukça kuvvetli bir ilişki olduğu görölmüştür. Birim ağırlık değerlerinin azalması ile birlikte basınç dayanımı değerleri de azalmaktadır. Kılınç ve Akakın [4]'da yaptıkları çalışmada geçirimli betonların birim ağırlıkları ile basınç dayanımları arasındaki ilişkiyi araştırmış ve sonuç olarak geçirimli betonların birim ağırlıklarının azalması ile birlikte basınç dayanımlarının da azaldığı sonucuna varmışlardır.

3.3. Yarmada-Çekme Dayanımı Sonuçları ve Değerlendirilmesi

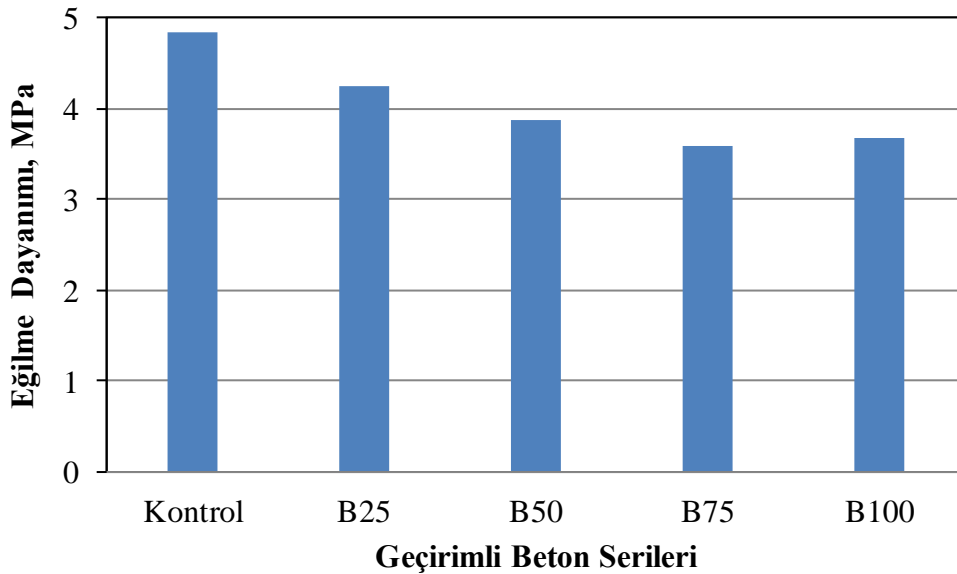
Yarmada-çekme dayanımı sonuçlarının geçirimli beton serilerine göre değişimi Şekil 8’de verilmiştir. Şekil 8 incelendiğinde bazalt agregası kullanım oranlarının artışı ile birlikte yarmada-çekme dayanımı sonuçlarının azaldığı sonucuna varılmıştır. Bazalt agregası kullanım oranlarının artışı ile birlikte birim ağırlıkların azalmasından dolayı yarmada-çekme dayanımlarındaki bu azalışlar meydana gelmiştir.



Şekil 8. Yarmada-çekme dayanımı sonuçlarının geçirimli beton serilerine göre değişimi.

3.4. Eğilme Dayanımı Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Eğilme dayanımı sonuçlarının geçirimli beton serilerine göre değişimi Şekil 9’da gösterilmiştir. Yine basınç ve yarmada-çekme dayanımlarında olduğu gibi eğilme dayanımlarında da bazalt agregası kullanım oranlarının artışı ile azalmalar olduğu görülmüştür. Eğilme dayanımı sonuçlarının 3.5 ile 5 MPa arasında değiştiği gözlemlenmiştir.



Şekil 9. Eğilme dayanımı sonuçlarının geçirimli beton serilerine göre değişimi.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan deneyler sonucunda bazalt agregasının özgül ağırlığının kırmataş agregasının özgül ağırlığından daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonuç üretilen geçirimli betonların mekanik özelliklerini büyük ölçüde etkilemiştir. Geçirimli betonlar üzerinde yapılan birim ağırlık deneyleri sonucunda bazalt agregası miktarının artışı ile birlikte birim ağırlık sonuçlarının azaldığı sonucuna varılmıştır.

Basınç dayanımı sonuçları kalker agregası yerine kullanılan bazalt agregası miktarlarının artışı ile birlikte azalmıştır. Basınç dayanımlarındaki bu azalmaların birim ağırlıklardaki azalmalardan kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Elde edilen korelasyon katsayısına göre basınç dayanımı ile birim ağırlık sonuçları arasında oldukça kuvvetli bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır. Birim ağırlık değerlerinin azalması ile birlikte basınç dayanımı değerlerinin de azaldığı anlaşılmıştır.

Yarmada-çekme dayanımı sonuçları bazalt agregası kullanım oranlarının artışı ile birlikte azalmıştır. Bu azalmalarında birim ağırlıklardan kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Yine basınç ve yarmada-çekme dayanımlarında olduğu gibi eğilme dayanımlarında da bazalt agregası kullanım oranlarının artışı ile azalmalar olduğu sonucuna varılmıştır.

5. KAYNAKLAR

1. Zaetang, Y., Wongsu, A., Sata, V., Chindapasirt, P., 2013, "Use of lightweight aggregates in pervious concrete", *Construction and Building Materials*, 48, 585–591
2. Nguyen, D.H., Sebaibi, N., Boutouil, M., Leleyter, L., Baraud, F., 2014, "A modified method for the design of pervious concrete mix", *Construction and Building Materials*, 73, 271–282
3. Yahia, A., Kabagire, K.D., 2014, "New approach to proportion pervious concrete", *Construction and Building Materials*, 62, 38–46
4. Kılınç, C., Akakın, T., 2012, "Farklı Agregası Tane Dağılımına Sahip Geçirimli Betonların İncelenmesi", *Hazır Beton*, Mart - Nisan, 79-84.
5. Gesoğlu, M., Güneyisi, E., Khoshnaw, G., İpek, S., 2014, "Investigating properties of pervious concretes containing waste tire rubbers" *Construction and Building Materials*, 63, 206–213
6. Bhutta, M.A.R., Hasanah, N., Farhayu, N., Hussin, M.W, Tahir, M., Mirza, J., 2013, "Properties of porous concrete from waste crushed concrete (recycled aggregate)", *Construction and Building Materials*, 47, 1243–1248
7. Hesami, S., Ahmadi, S., Nematzadeh, M., 2014, "Effects of rice husk ash and fiber on mechanical properties of pervious concrete pavement", *Construction and Building Materials*, 53, 680–691