

Investigation of the usability of acidic pumice aggregate in the production of permeable concrete

Asidik pomza agregasının geçirimli beton üretiminde kullanılabilirliğinin araştırılması

Serhat ÇELİKTEN^{1a}, Bilal BARAN^{2b}

^a Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Nevşehir, Türkiye, E-posta: scelikten@nevsehir.edu.tr

^b Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Nevşehir, Türkiye, E-posta: bilalbaran@nevsehir.edu.tr

Özet

Geçirimli betonlar ekolojik dengenin korunması amacıyla ortaya çıkmış yenilikçi malzemelerdir. Pomzanın geçirimli betonlarda kullanımı ile ilgili çalışmalar son derece kısıtlıdır. Bu çalışmada asidik pomza agregasının geçirimli beton üretiminde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Karışımlar 4-8 mm boyutlarında pomza agregaları kullanılarak, 0.30, 0.35 ve 0.40 olmak üzere 3 farklı su/çimento oranı ile oluşturulmuştur. Pomza agregaları ile üretilen geçirimli betonların basınç dayanımı ve hidrolik geçirimsizlik özellikleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, %100 pomza agregası kullanılan numunelerde maksimum 4.40 MPa basınç dayanımı ve maksimum 2.65 cm/s geçirimsizlik katsayısı elde edilmiştir. Su/çimento oranının artması ile basınç dayanımının arttığı, hidrolik geçirimsizlik katsayısının ise azaldığı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Pomza, Geçirimli beton

Abstract

Permeable concretes are innovative materials that have emerged to protect the ecological balance. Studies on the use of pumice in permeable concrete are extremely limited. In this study, the usability of acidic pumice aggregate in the production of permeable concrete was investigated. Mixtures were formed by using 4-8 mm pumice aggregates with 3 different water/cement ratios as 0.30, 0.35 and 0.40. Compressive strength and hydraulic permeability properties of permeable concrete produced with pumice aggregates were investigated. As a result of the study, maximum 4.40 MPa compressive strength and maximum 2.65 cm/s permeability coefficient were obtained in the samples using 100% pumice aggregate. It was determined that with the increase of water/cement ratio, the compressive strength increased and the hydraulic permeability coefficient decreased.

Keywords: Pumice, Permeable concretes

1. Giriş

Pomza, Kapadokya yöresinin doğal bir mirasıdır. Nevşehir pomzası kendine has özellikleri nedeniyle Türk Patent ve Marka Kurumu'ndan coğrafi işaret almıştır. Nevşehir pomzası katı bloklar halinde bulunur, yoğunluğu 1 gr/cm³'ten az olması nedeniyle su yüzünde yüzebilir ve çok fazla gözeneği olan camı volkanik bir kayadır. Bu doğal mirasın geçirimli yapı malzemeleri tasarımında kullanılabilmesi değerlendirilmektedir.

Yapılaşmanın artması ve zemin geçirgenliğinin azalması, yağmur suyu yönetimini zorlaştırmaktadır. Bu zorluk, meydana gelen taşkınların boyutunda ve sıklığında artışa neden olurken; su döngüsünün bozulmasına yol açmaktadır [1]. Bu sorunlar, sürdürülebilir yağmur suyu yönetimini şehirler için son derece önemli hale getirirken; sürdürülebilir kalkınma için de gereklilik haline getirmiştir [2].

Geçirimli beton, genellikle iri agregalar kullanılarak üretilen, boşluk oranı geleneksel betona göre daha yüksek olan bir betondur. İçerisindeki birbirine bağlı boşluklar sayesinde geleneksel betona göre daha çok su ve hava geçirimsizliği sağlanmaktadır. Ayrıca, geçirimli beton, poroz beton veya geçirimli kumsuz beton olarak adlandırılmaktadır. Taşkın riski, yeraltı suları ve şehirlerdeki ısı adaları açısından geçirimli betonların olumlu etkileri bulunmaktadır [3].

Literatürde pomza agregaları kullanılan geçirimli betonlar hakkında sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları şunlardır;

Öz [4] çalışmasında asidik pomza agregasının geçirimli betonda kullanımını incelemiştir. Karışımlarında, 0.30 sabit su/çimento oranı ile toplam agregalar hacminin sırasıyla %10-50 aralığında asidik pomza kullanılmıştır. Numuneler üzerinde basınç, yarmada çekme, eğilme dayanımları, boşluk oranı ve hidrolik geçirgenlik testleri 28 ve 90. günlerde gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, pomza içeren geçirimli betonların, daha iyi hidrolik geçirimsizliğe ve yüzey aşınma direncine sahip olduğunu ifade edilmiştir. Numunelerdeki pomza agregalar oranı arttıkça basınç, yarmada çekme ve eğilme dayanımlarının azaldığı tespit edilmiştir.

Ozel vd. [5] çalışmalarında, bazalt, kalker, traverten ve pomza agregaları ile çelik ve polipropilen lifler kullanılan geçirimli beton karışımlarının mekanik ve geçirgenlik performanslarını incelemiştir. Karışımlarında 5–12 mm ve 12–19 mm olmak üzere 2 farklı boyutta agregalar

kullanılmıştır. Deneyler sonucunda, sadece 5–12 mm pomza agregası kullanılan geçirimli beton numunesinde yaklaşık 2.5 MPa basınç dayanımı ve 5.31 mm/s hidrolik geçirgenlik oranı tespit edilmiştir. Pomza agregası basınç ve eğilme dayanımları deneylerinde diğer agregaların gerisinde kalırken; aşınma direnci testlerinde diğer agregalara göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Daha küçük boyutlu ve daha üniform agregaların kullanımının performansı olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir. Bu çalışmada asidik pomza agregasının geçirimli beton üretiminde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Karışımlar 4-8 mm boyutlarında pomza agregaları kullanılarak, 0.30, 0.35 ve 0.40 olmak üzere 3 farklı su/çimento oranı ile oluşturulmuştur. Pomza agregaları ile üretilen geçirimli betonların basınç dayanımı ve hidrolik geçirimsizlik özellikleri araştırılmıştır.

2. Materyal Metod

Çalışma kapsamında karışımlarda CEM I 42,5R Portland çimentosu (PÇ) kullanılmıştır. Karışımlar 4-8 mm boyutlarında asidik pomza agregaları kullanılarak, 0.30, 0.35 ve 0.40 olmak üzere 3 farklı su/çimento oranı ile oluşturulmuştur. Karışımlarda pomza agregası doygun-yüzey kuru durumda kullanılmıştır. Oluşturulan karışımlar Tablo 1'de sunulmuştur. Basınç dayanımı deneylerinde kullanılmak üzere her karışımdan 6 adet gözlü 10*10*10 cm küp kalıp olmak üzere toplam 18 adet numune üretilmiştir. Hidrolik geçirimsizlik testleri için ise 10 cm çapa ve 10 cm yüksekliğe sahip toplam 9 adet silindir numune üretilmiştir. Geçirimli beton numuneleri standart koşullarda (sıcaklığı 21±1 °C olan kür havuzunda) kür edilmiştir. Küp numuneler üzerinde TS EN 12390-3 [6] standardına göre 7 ve 28 günlük basınç dayanımı deneyleri yapılırken; silindir numuneler üzerinde ASTM D2434-68 [7]'e göre hidrolik geçirimsizlik testleri gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Geçirimli beton karışımları, kg/m³

Karışım	PÇ	Pomza Agregası	Su
K1	300	442	134.2
K2	300	433.8	148.3
K3	300	426	162.6

Her numune için dört okuma kaydedilirken; elde edilen değerlerin ortalaması hesaplanmıştır. Geçirimli betonların geçirimsizlik katsayıları (k) Denklem 1 ile hesaplanmıştır.

$$k = \frac{a \times L}{A \times t} \ln\left(\frac{h_1}{h_2}\right) \quad (1)$$

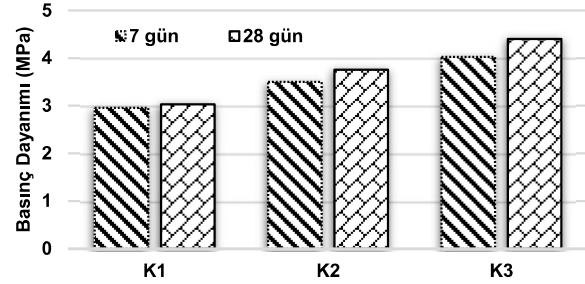
Burada k geçirgenlik katsayısını (cm/s), a borunun kesit alanını (cm²), L numunenin uzunluğunu (cm), A numunenin kesit alanını (cm²), h₁ başlangıçtaki su yüksekliğini (cm), h₂ son su yüksekliğini (cm) ve t (s) su yüksekliğinin h₁'den h₂'ye düşmesi için geçen süreyi temsil etmektedir.

3. Bulgular

3.1 Basınç Dayanımı

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen 7 ve 28 günlük basınç dayanımı deneylerinin sonuçları Şekil 1'de

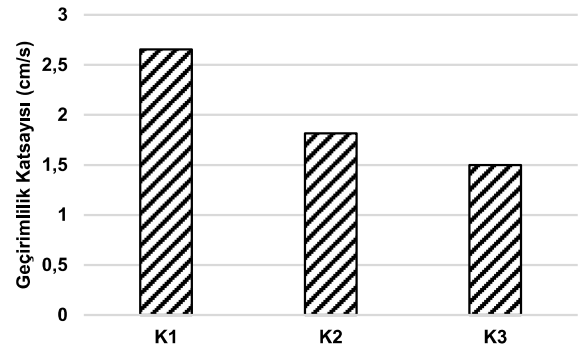
verilmiştir. K1, K2 ve K3 numunelerinde sırasıyla 3.03, 3.76 ve 4.40 MPa 28 günlük basınç dayanımları elde edilmiştir. Geçirimli beton numunelerinin 28 günlük basınç dayanımları, 7 günlük basınç dayanımlarına göre K1'de %2.35, K2'de %7.45, K3'te %9.5 daha yüksektir. Geçirimli beton numunelerinin basınç dayanımları değerlendirildiğinde; su/çimento oranının artması ile basınç dayanımının da arttığı tespit edilmiştir. Literatürdeki [5] %100 pomza agregası ile üretilen geçirimli betonlara göre daha yüksek dayanımlar elde edilmiştir.



Şekil 1. 7 ve 28 günlük basınç dayanımları

3.2 Hidrolik Geçirimsizlik

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen hidrolik geçirimsizlik deneylerinin sonuçları Şekil 2'de verilmiştir. K1, K2 ve K3 numunelerinin geçirimsizlik katsayıları sırasıyla 2.65, 1.82 ve 1.50 cm/s olarak hesaplanmıştır. Geçirimli beton numunelerinin geçirimsizlik katsayılarını incelemek gerekirse, K1 numunesine göre K2'de %31.5, K3'de %43.4 daha düşük k değerleri tespit edilmiştir. Su/çimento oranının artması ile hidrolik geçirimsizlik katsayısının azaldığı görülmüştür. Bunun nedeni olarak karışım kıvamının artmasıyla numune tabanında daha fazla çimento şerbeti birikmesi gösterilebilir.



Şekil 2. Numunelerin geçirimsizlik katsayıları, k (cm/s)

4. Sonuçlar

Bu çalışmada asidik pomza agregasının geçirimli beton üretiminde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Deneyler sonucunda şu sonuçlara ulaşılmıştır:

- Su/çimento oranının artması ile basınç dayanımının arttığı, hidrolik geçirimsizlik katsayısının ise azaldığı tespit edilmiştir.
- %100 pomza agregası kullanılan numunelerde maksimum 4.40 MPa basınç dayanımı ve maksimum 2.65 cm/s geçirimsizlik katsayısı elde edilmiştir.
- En uygun dayanım-geçirimsizlik performansının elde edilebilmesi için farklı boyutlarda ve çimento dozajlarında betonların değerlendirilmesi uygun olacaktır.

Kaynaklar

[1] Azzout, Y., Barraud, S., Cres, F. N., Alfakih, E. Techniques alternatives en assainissement pluvial. Technique et Documentation, 372, 1994.

[2] Bertrand-Krajewski, J.-L. Cours d'hydrologie urbaine. INSA Lyon, 2006.

[3] Geçirimli Beton Uygulama Kılavuzu, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Türkiye Hazır Beton Birliği, 2018

[4] Öz, H. Ö., Properties of pervious concretes partially incorporating acidic pumice as coarse aggregate. Construction and building Materials, 166, 601-609, 2018.

[5] Ozel, B. F., Sakallı, Ş., Şahin, Y., The effects of aggregate and fiber characteristics on the properties of pervious concrete. Construction and Building Materials, 356, 129294, 2022.

[6] TS EN 12390-3, Beton-Sertleşmiş beton deneyleri-Bölüm 3: Deney numunelerinde basınç dayanımının tayini, Türk Standartları Enstitüsü, TSE, Türkiye, 2010.

[7] ASTM D2434-68, Standard test method for permeability of granular soils. (Constant Head), book of standards volume: 04.08, 2006.