

Yüksek Dayanımlı Betonlarda Pomza ve Zeolitin Kullanılabilirliği

Atila DORUM*
Kürşat YILDIZ**

ÖZ

Bu araştırmada, yüksek dayanımlı betonlarda mineral katkı olarak çimentoya ikame edilmek suretiyle Pomza (P)ve Zeolit (Z) doğal puzolanlarının kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu amaçla YDB karışım dizaynı yapılırken, %0P-%15Z, %5P-%10Z, %10P-%5Z ve %15P-%0Z oranlarında çimentoya ikame edilmek suretiyle dört farklı beton dizayn edilmiştir. Üretilen betonlar üzerinde bir takım fiziksel ve mekanik deneyler yapılmıştır. Elde edilen veriler istatistiksel metotlarla karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak %0 Pomza – %15 Zeolit (0P15Z) ve %5 Pomza - %10 Zeolit (5P10Z) ikameli betonların, YDB üretiminde kullanılabileceği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Yüksek dayanımlı beton, pomza, zeolit

ABSTRACT

Utilization of Pumice and Zeolite in High Strength Concrete

In this research, the use of pumice (P) and zeolite (Z) natural pozzolans as mineral admixtures for high strength concretes has been investigated. For this purpose, four different types of high strength concrete are designed, by adding pumice and zeolite with proportions 0%P-15%Z, 5%P-10%Z, 10%P-5%Z 15%P-0%Z, respectively. Samples of produced concrete are subjected to several physical and mechanical tests. The test results are evaluated using statistical methods. In conclusion, it is determined that concrete mixtures with 0% Pumice – 15%Zeolite (0P15Z) and 5% Pumice-10% Zeolite (5P10Z) can be used in high strength concrete production.

Keywords: High strength concrete, pumice, zeolite

1. GİRİŞ

Yüksek dayanımlı beton günümüzde birçok araştırmacının ilgi odağı haline gelmiştir. Konuyla ilgili birçok araştırma yapılmış ve devam etmektedir. Yüksek dayanımlı betonlar

Not: Bu yazı

- Yayın Kurulu'na 10.09.2008 günü ulaşmıştır.
- 31 Mart 2011 gününe kadar tartışmaya açıktır.

* Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü, Ankara - adorum@gazi.edu.tr

** Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü, Ankara - kursaty@gazi.edu.tr

gerek taze, gerekse sertleşmiş geleneksel betonlardan işlenebilirlik, dayanım, dayanıklılık gibi birçok özelliği daha üstün olan betonlardır. Yüksek dayanımlı betonlar; kaliteli agrega, kaliteli çimento, süper akışkanlaştırıcı katkı, düşük su- çimento oranı ve silis dumanı, uçucu kül gibi puzolanik madde gerektiren yüksek işlenebilirliğe sahip özel bir betondur. Son 15 yıl boyunca, yüksek dayanımlı beton üzerine çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu araştırmalar, şartnamelerin kapsamının genişlemesine ve basınç dayanım sınıfları C100'ü aşan betonarme yapıların tasarımına neden olmuştur. Yakın zamandaki gelişmelere dayanarak mineral katkıların boşlukları doldurma etkisinin puzolanik etki kadar önemli olduğu veya bazı araştırmacılara göre boşlukları doldurma etkisinin puzolanik etkiden daha önemli olduğu sonucuna varılabilir [1-7]. Bu güne kadar yüksek dayanımlı beton tasarımı konusunda yapılan ulusal ve uluslararası çalışmalarda, beton kalitesini artırmak amacıyla çoğunlukla silis dumanı, yüksek fırın cürufu ve uçucu kül gibi puzolanların kullanımı yoluna gidilmiştir. Yüksek dayanımlı beton tasarımında doğal puzolanlardan Pomza ve Zeolit gibi yüksek puzolanik aktiviteye sahip ve yeraltı kaynakları bakımından zengin olduğumuz mineral katkı kullanımı yoluna gidilmemiştir. Bu bağlamda çalışmamızda puzolanik madde olarak çimentoya ikame yoluyla, literatürde belirtilen oranlar dahilinde, Pomza ve Zeolit kullanımı yoluna gidilmiş ve YDB üretilebilirliği araştırılmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMA

Çalışmada Ege yöresine ait 0/2mm-2/4mm kırma kum, 4/8mm-8/16mm bazalt türü kırmataş agregası ile CEM I 42,5 çimentosu, Nevşehir yöresine ait Pomza, Balıkesir-Bigadiç yöresine ait Zeolit ve Glenium 51 tipi süper akışkanlaştırıcı kullanılmıştır. Tek tip agrega gronölometrisi kullanımı yoluna gidilmiştir[8-10]. YDB karışım tasarımı için TS 802 ve ACI 211,1 standartlarında belirtilen yöntem ve YDB kriterlerini içeren literatür dikkate alınarak karışıma girecek malzeme miktarları belirlenmiştir. Karışım hesabı programı verileri kullanılarak, ø10x20cm ebadında üretilen silindirik YDB numuneleri 24 saat sonunda kalıplarından çıkarılarak, sirkülasyonlu kür tankında, 23±2 °C kirece doymun suda 28, 56, ve 90 gün süreyle kür edilmiştir. Bu süreler sonunda, numuneler üzerinde basınç dayanımı (TS EN 12390-3), ultrases geçiş hızı (ASTM C597-97), birim hacim kütlesi (TS 12390-7), görünür boşluk oranı (TS 3624), kapiler su emme (TS 4045) ve aşınma dayanımı (ASTM C944-99) ilgili standartlar esas alınarak yapılmıştır. Deneysel çalışmalar sonucu altı ayrı deney türü için dört gruba ait gözlemler elde edilmiştir. Her deney türü için ayrı ayrı olmak üzere dört grubun ortalamaları arasında fark olup olmadığı varyans analizi tekniği ile belirlenmiş fark bulunan gruplarda hangi gruplar arasında fark olduğunu belirlemek için Duncan testi kullanılmıştır.

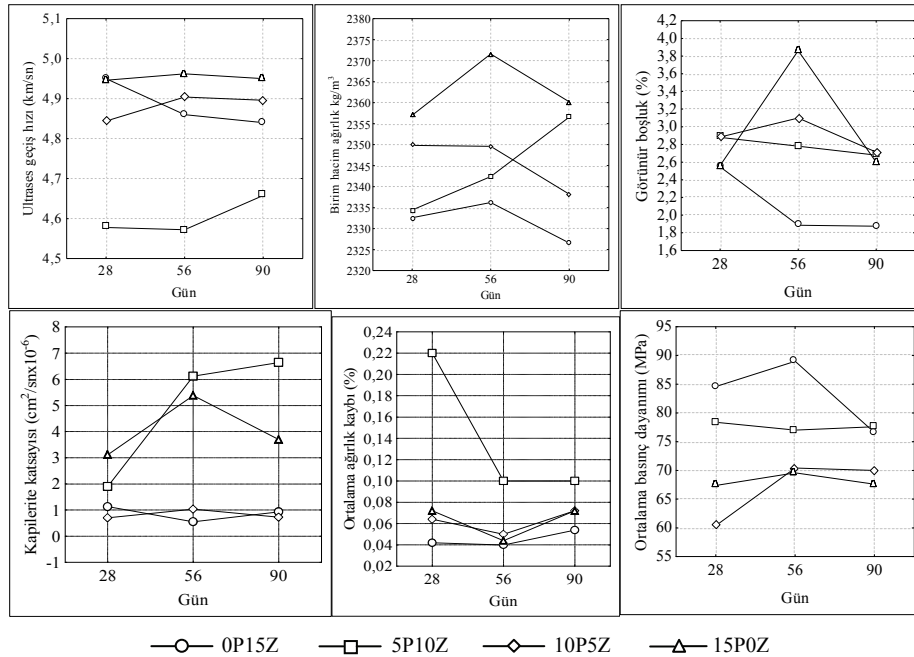
3. BULGULAR

Zaman faktörünün üç seviyesi ve mineral katkı faktörünün dört seviyesinde gerçekleştirilen deneylerden elde edilen veriler üzerinde varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma analizleri yapılmıştır. Aşağıda her bir deney türü için ayrı ayrı yorumlanmış ve yorumlar Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Her bir deney türü için Duncan karşılaştırma sonuçları ($\alpha=0,05$)

Ultrases geçiş hızı verilerine göre					
Zaman/Beton türü	0P15Z	5P10Z	10P5Z	15P0Z	
28 gün	Fark var	Fark yok	Fark yok	Fark yok	
56 gün	Fark yok				
90 gün		Fark var			
Genel karşılaştırma	Fark var		Fark yok		
Birim hacim ağırlık verilerine göre					
28 gün	Fark yok	Fark var	Fark var	Fark yok	
56 gün	Fark var	Fark yok	Fark yok	Fark var	
90 gün	Fark yok			Fark yok	
Genel karşılaştırma	Fark var	Fark yok			
Görünür boşluk yüzdesi verilerine göre					
28 gün	Fark var	Fark var	Fark yok	Fark yok	Fark yok
56 gün	Fark yok		Fark yok		Fark var
90 gün			Fark yok		
Genel karşılaştırma	Fark var	Fark yok		Fark var	
Kapiler su emme verilerine göre;					
28 gün	Fark var	Fark var	Fark yok	Fark yok	
56 gün	Fark yok	Fark yok		Fark var	
90 gün				Fark yok	
Genel karşılaştırma	Fark var	Fark var	Fark yok	Fark var	
Aşınma dayanımı verilerine göre;					
28 gün	Fark yok	Fark yok	Fark yok	Fark yok	
56 gün				Fark var	
90 gün				Fark yok	
Genel karşılaştırma	Fark var	Fark yok		Fark var	
Basınç dayanımı verilerine göre;					
28 gün	Fark yok	Fark yok	Fark yok	Fark yok	
56 gün				Fark yok	
90 gün				Fark var	
Genel karşılaştırma	Fark var	Fark yok		Fark var	

Optimum mineral katkı oranının Ultrases geçiş hızı bakımından 5P10Z olduğu görülmüştür. Her beton türünün her yaşta birbirine yakın değerlerde seyrettiği ve ortalama 2000 kg/m^3 ile 2500 kg/m^3 arasında değer aldığı görülmüştür. YDB içerisinde pomza oranlarındaki artış beton yaşının her üç seviyesinde de görünür boşluk oranını artırırken, YDB içerisinde zeolit oralarındaki artış beton yaşının her üç seviyesinde de görünür boşluk oranını azaltmıştır. 5P10Z ve 15P0Z beton türlerinin beton yaşının üç seviyesinde de maksimum değerler sergilediği, buna karşılık 0P15Z ve 10P5Z beton türlerinde minimum değerler sergilediği görülmüştür. 5P10Z beton türünün beton yaşı faktörünün her seviyesinde diğer beton türlerinden daha fazla aşındığı ve bu beton türü içerisinde 28. gündeki aşınmanın maksimum seviyede olduğu, 0P15Z beton türünün, beton yaşı faktörünün her seviyesinde diğer beton türlerine nazaran en az aşınma dayanımı sergilediği görülmüştür. YDB içerisinde pomza oranının artışıyla birlikte beton türünün ve beton yaşının her seviyesinde belirli oranlarda düşüşler gözlenmiştir. YDB dayanım sınıfları dikkate alındığında bütün beton türlerinin sınır değerler arasında kaldığı tespit edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Her bir deney parametresine ait grafikler

4. SONUÇ

S/Ç oranının (0,3) sabit tutulduğu beton türlerinde Zeolit ikame oranının artmasına karşın, Pomza miktarının düşürülmesi taze beton çökme değerlerinde sırasıyla %6,94, %5,19 ve %7,41 oranlarında artış olduğu, teorik birim ağırlıkları bütün beton türlerinde %0,09 artış olduğu; ölçülen birim ağırlıklarında %2,70 artış, %0,04 düşüş, %2,67 düşüş olduğu

görülmüştür. Ultrases geçiş hızı verilerine göre; beton türlerinde Pomza ikame oranının artmasına karşın, Zeolit miktarının düşürülmesi sonucunda, 28. günde sırasıyla %1,31, %6,34 ve %2,06 artış olduğu, 56. günde %5,95 düşüş, %7,29, %1,18 artış olduğu; 90. günde sırasıyla %3,74 düşüş %5,11, %1,02 artış olduğu görülmüştür. Birim hacim ağırlık verilerine göre Pomza ikame oranının artmasına karşın, Zeolit miktarının düşürülmesi sonucunda, 28. günde sırasıyla %0,08, %0,65, %0,31 artış olduğu, 56. günde sırasıyla %0,26, %0,31 ve %0,92 artış olduğu; 90. günde sırasıyla %1,29 artış, %0,77 düşüş, %0,94 artış olduğu görülmüştür. Görünür boşluk yüzdesi verilerine göre Pomza ikame oranının artmasına karşın, Zeolit miktarının düşürülmesi sonucunda 28. günde sırasıyla %11,82, %1,37 artış gözlenirken %11,28 düşüş olduğu, 56. günde sırasıyla %47,43, %11,45, %24,32 artış olduğu, 90. günde ise %41,40, %2,11 artış gözlenirken %4,60 düşüş gözlenmiştir. Kapiler su emme verilerine göre Pomza ikame oranının artmasına karşın, Zeolit miktarının düşürülmesi sonucunda, 28. günde sırasıyla %68,617 artış, %63,176 düşüş ve %339,61 artış olduğu, 56. günde sırasıyla %1006,06 artış, %83,08 düşüş ve %419,79 artış olduğu, 90. günde sırasıyla %615,28 artış, %89,06 düşüş ve %405,89 artış olduğu gözlenmiştir. Aşınma dayanımı verilerine göre Pomza ikame oranının artmasına, karşın Zeolit miktarının düşürülmesi sonucunda, 28. günde sırasıyla %52,17, ve %70,7 düşüş %9,94 artış olduğu, 56. günde sırasıyla %146,14 artış, %48,70 ve %13,70 artış olduğu; 90. günde sırasıyla %86,01 artış, %28,45 ve %1,00 düşüş olduğu görülmüştür. Basınç dayanımı verilerine göre Pomza ikame oranının artmasına, karşın Zeolit miktarının düşürülmesi sonucunda, 28. günde sırasıyla %7,30, %22,81 düşüş %11,27 artış olduğu, 56. günde sırasıyla %13,47, %8,646 ve %1,05 düşüş olduğu, 90. günde sırasıyla %1,34 artış, %9,79 ve %3,36 düşüş olduğu görülmüştür. Tasarımı yapılan YDB'ların fiziksel ve mekanik özellikler bakımından, beton türünün dört seviyesinde, tahribatsız deney çeşidinin dört seviyesinde, tahribatlı deney çeşidinin iki seviyesinde ve beton yaşının üç seviyesinde elde edilen veriler istatistik yöntemlerle tartışılmıştır. Bu bağlamda %0 Pomza – %15 Zeolit (0P15Z) ve %5 Pomza - %10 Zeolit (5P10Z) ikameli betonların, YDB literatür sınır değerleri içerisinde kaldığı belirlenmiştir. Ulusal ve uluslararası literatürde YDB üretiminde yerini almış olan silis dumanı, uçucu kül ve polimerler gibi katkı maddelerinin yanı sıra Pomza ve Zeolit'in de belirlenen oranlarda kullanılabilmesi tespit edilmiştir. Ülkemiz Pomza rezervi yaklaşık 3 milyar m³, Zeolit rezervi sadece Balıkesir Bigadiç yöresinde 50 milyar ton olduğu göz önünde bulundurulursa, Pomza ve Zeolit'in beton sektöründe kullanılabilirliğinin ortaya konulmasının isabetli olacağı, uçucu kül, yüksek fırın cürufu, silis dumanı vb. puzolanlara da alternatif olacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmaya destek sağlayan TÇMB'ne, Prof. Asım YEĞİNOBALI beye, ve G.Ü. Bilimsel Araştırmalar Proje birimine desteklerinden dolayı teşekkürü borç bilirim. BAP PROJE NO: TF 07/2007-31

Kaynaklar

- [1] Hilsdorf, H. K., Performans Criteria For Concrete Durability 2nd ed., Hilsdorf, H., Kropp, J., Rilem E & FN spon, London, 1995.

- [2] Taşdemir M. A., Bayramov, F., "Yüksek performanslı çimento esaslı kompozitlerin mekanik davranışı", *itü dergisi / mühendislik*, :1,(2): 125-144 2002.
- [3] E.G. Nawy, P.E., *Fundamentals of High Performance Concrete* 2nd ed., John Wiley & Sons, Inc., Canada, 2001.
- [4] Koca, C., Yüksek performanslı beton üretiminde mikrosilis, cüruf, klinker karışımı çimento kullanımı, IV. UBK, İstanbul, 381-394, 1996.
- [5] Walraven, J. (1999). The Evolution of Concrete, *Structural Concrete*, Journal of fib, P1, 1, 3-11.
- [6] Goldman, A. ve Bentur, A. Effects of Pozzolanic and Nonreactive Microfillers on Transition Zone in High-Strength Concretes. *Proceedings*, Interfaces in Cementitious Composites, J.C. (1992).
- [7] Goldman, A. ve Bentur, A., The influence of microfiller on enhancement of concrete strength, *Cement and Concrete Research*, 23, 962-972. (1993).
- [8] TS 802, Beton karışım hesapları, Türk standartları Enstitüsü, Ankara, 1985.
- [9] TS EN 934-2, Kimyasal Katkılar- Beton, Harç ve Şerbet İçin- Bölüm 2: Beton Katkıları- Tarifler ve Özellikler, Uygunluk, İşaretleme ve Etiketleme, Türk standartları Enstitüsü, Ankara, 2002.
- [10] ASTM C 494-92, Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete, Annual Book Of ASTM Standarts, Vol: 04.02, Concrete and Aggregates, American Society for Testing and Materials, Phildelphia, pp. 251-259, 1994.