www.dergipark.gov.tr
ISSN:2148-3736
El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi
Cilt: 6, No: 2, 2019 (345-354)

El-Cezerî Journal of Science and Engineering
Vol: 6, No: 2, 2019 (345-354)
DOI : 10.31202/ecjse.515256

ECJSE

Makale / Research Paper

Diatomit İkameli Betonların Sodyum Klorür Etkisine Karşı Performansı

Yılmaz KOÇAK[1,*] , Muhsin SAVAŞ[2]

[1]Düzce Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 81620 Düzce/TÜRKİYE
yilmazkocak@duzce.edu.tr
[2]Özsoy Mimarlık, Düzce/TÜRKİYE, muhsin_06@hotmail.com

Received/Geliş: 20.01.2019 **Accepted/Kabul:** 20.03.2019

Öz: Bu çalışma, sodyum klorür (NaCl) etkisi altındaki diatomit ikameli betonların performansını araştırmak için yapılmıştır. Bu amaçla diatomit sırasıyla, %0, %10 ve %20 oranlarında Portland çimentosu yerine ikame edilerek üç farklı çimento elde edilmiştir. Tahribatlı ve tahribatsız deneyler için bu çimentolarla üretilmiş toplam 54 adet 15x15x15 cm ebadında küp numuneler üretilmiştir. Üretilen sertleşmiş beton numuneleri üzerinde birim ağırlık, su emme oranı, görünür boşluk oranı, ultrases geçiş hızı, kapiler su emme, yarmada çekme dayanımı ve basınç dayanımı deneyleri yapılmıştır. Bu deneyler, üç farklı beton türü üzerinde, 28 gün 23±2 ^{o}C suda, daha sonra NaCl ve beton yaşı faktörünün iki düzeyinde (56 ve 90 gün) kür edilen beton numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, sertleşmiş beton numunelerinin basınç dayanımı, yarmada çekme dayanımı, ultrases geçiş hızı, kapilerite katsayısı, görünür boşluk oranları, su emme oranları ve birim hacim ağırlıkları deneylerinin tümünün birbiri ile uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Çimento; diatomit; kapiler su emme; ultrases geçiş hızı; basınç dayanımı.

The Performance Against the Effects of Sodium Chloride of Concretes Substituted Diatomite

Abstract: This study was designed to investigate the performance of diatomite-substituted concretes under the effect of sodium chloride (NaCl). For this purpose, diatomite was substituted for Portland cement at 0%, 10% and 20% and three different cement were obtained. For these destructive and non-destructive tests, a total of 54 units of 15x15x15 cm cube samples were produced. On samples of produced hardened concrete unit weight, water absorption, porosity, capillary water absorption, ultrasonic velocity, splitting tensile strength and compressive strength experiments have been done. Hardened concrete tests have been done on three different types of concrete, for 28 days, in 23±2 ^{o}C water, then on the concrete samples which are cured NaCl of the media factor and in the level 2 (56 and 90 days) of concrete age factor. As a result, it was determined that the compressive strength, splitting tensile strength, ultrasonic velocity, capillary water absorption, porosity, water absorption and unit weight of the cured concrete specimens were in coherent with each other.

Keywords: Cement; diatomite; capillary water absorption; ultrasonic velocity; compressive strength.

1. Giriş

Beton dünyada en fazla kullanılan ve vazgeçilemeyen yapı malzemelerinden biri olarak dikkat çekmektedir. Bu nedenle betonun dayanım ve dayanıklılık özelliklerini iyileştirmek amacıyla yapılan araştırmalar gerek sektörde gerekse üniversiteler bünyesinde yoğun olarak devam etmektedir. Bu araştırmalarda beton performansını ve özelliklerini daha da iyileştirmek ve geliştirmek için silis dumanı [1,2], yüksek fırın cürufu [3,4], uçucu kül [5,6] gibi yapay ve tras [7], zeolit [8], pomza [9], metakaolin [10-12] gibi doğal puzolanik katkılar kullanılmaktadır.

Bu makaleye atıf yapmak için
Koçak Y, Savaş M, *"Diatomit İkameli Betonların Sodyum Klorür Etkisine Karşı Performansı"* El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi 2019, 6(2); 345-354.

How to cite this article
Koçak Y, Savaş M, "*The Performance against the Effects of Sodium Chloride of Concretes Substituted Diatomite*" El-Cezerî Journal of Science and Engineering, 2019, 6(2); 345-354.

Algler sınıfından su canlıları olan diatomelerin silisli kabuklarının birikimiyle oluşmuş fosil karakterli sedimanter bir kayaç olan diatomit, dikkat çeken bir doğal puzolan olarak sektörde yerini almaktadır [13-16]. Fosil karakterli sedimanter bir kayaç olan diatomit (kizelgur), doğada 15 bine yakın çeşidi olan en önemli silis kaynaklarından biri olarak değerlendirilmektedir [15]. Diatomitin renkleri genellikle beyaz, açık sarı, bej, gri şeklindedir. Ancak organik malzemece zengin olanlar yeşil, kahverengi ve hatta siyaha yakın bir renkte olabilmektedirler. Yapıları genellikle yuvarlak tepsi veya uzun balık şeklinde olup, bünyesinde %70-90 arasında SiO_2 bulunduran yüksek su emme yüzdesine sahip gözenekli bir malzemedir. Diatomit, çok ince tane yapısına sahip olup boyutları 2-200 μm, kuru halde özgül ağırlığı 0.15-0.40 g/cm^3 arasında değişen puzolanlardır [16].

Betonun hizmet ömrünü, zararlı su ve kimyasallar olumsuz yönde etkilemektedir. Bu etkilerden biri olan deniz sularında %3-5 arasında değişen değişik türlerde ve miktarlarda tuzlar yer almaktadır [17]. Deniz altında, denizlere yakın ve kıyı şeridinde bulunan kısımlarda yer alan ve deniz suyu etkisine maruz kalan betonlar, sülfat hücumunun yanı sıra, gözeneklerinde çökelen (biriken) tuz kristallerinin yarattığı basınç nedeniyle de genleşip, yarılabilme, dolayısı ile de beton, dayanım ve dayanıklılığını kaybetmektedir [18]. Bu bağlamda yapılan bu çalışma, %5 oranında NaCl ortamındaki diatomit ikameli beton numunelerinin performansını, referans beton numuneleri ile kıyaslamak amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla çimento ile ağırlıkça %0 (referans), %10 ve %20 oranlarında diatomit ikame edilerek 3 tip çimento elde edilmiş, bu çimentolarla da 3 grup beton numunesi üretilmiştir. Bu beton numunelerinin özellikleri; birim ağırlık, su emme, görünür boşluk oranı, ultrases geçiş hızı, kapiler su emme, yarmada çekme dayanımı ve basınç dayanımı gibi deneylerle incelenmiştir.

2. Malzeme ve Metot

2.1. Malzeme

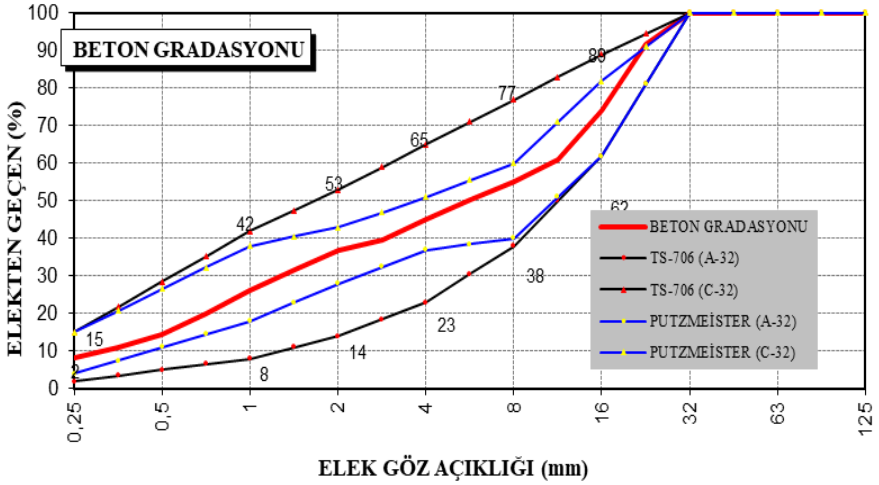
Beton numunelerinin hazırlanması için Portland çimento, agrega, su, hiper akışkanlaştırıcı ve diatomit kullanılmıştır. Bağlayıcı olarak kullanılan çimento Bolu Çimento Fabrikası tarafından üretilmiş CEM I 42.5 R tipi iken, ikame malzemesi olarak kullanılan diatomit Kütahya yöresine ait olup Asu Kimya madencilik firmasından temin edilmiştir.

Tablo 1. PÇ ve diatomitin kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri

Kimyasal bileşenler			**Fiziksel ve mekanik özellikler**			
Malzeme	**PÇ(%)**	**Diatomit(%)**	**Malzeme**		**PÇ**	**Diatomit**
SiO_2 (S)	18.68	79.56	Blaine İnceliği, cm^2/g		4249	13640
Al_2O_3 (A)	4.67	6.54	Özgül Ağırlık		3.17	2.28
Fe_2O_3 (F)	3.53	2.76	Priz, dakika	Başlangıç	118	-
CaO	64.56	2.45		Bitiş	-	-
MgO	0.98	0.79	Elek üstü	45 μm	4.08	9.80
SO_3	3.00	0.48	bakiye, %	90 μm	-	28.60
Na_2O	0.14	2.63	Basınç	7 gün	29.6	-
K_2O	0.73	0.69	Dayanımı, MPa	28 gün	52.8	-
S+A+F	-	88.86				
Kızdırma Kaybı	3.92	3.88				
Çözünmeyen kalıntı	0.50	75.98				
Serbest CaO	1.74	-				

Çalışmada kullanılan agrega 0-5, 5-19 ve 19-30 mm boyutlarında olup Düzce yöresinde bulunan Asar deresinden elde edilmiştir. Agregaların su emme oranları sırasıyla %0.615, %0.615 ve %0.666 olarak sıralanmaktadır. Beton numuneleri için kullanılan su, Düzce yöresi Doğanlı bölgesine ait

olan kuyu suyudur. Hiper akışkanlaştırıcı ise AYDOS yapı kimyasalları firmasına ait fluid 70 tipi bir kimyasal katkıdır. Bu hiper akışkanlaştırıcının katı madde içeriği 34.32, yoğunluğu (20°C) 1.184, pH değeri (20°C) 7.26 olarak elde sıralanmaktadır. Referans çimentonun (PÇ) ve diatomitin kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikler Tablo 1'de, agreganın gronülometri eğrisi ise Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Agrega granülometri eğrisi

2.2. Metot

Deney numunelerin hazırlanmasında kullanılan çimento %0, %10 ve %20 oranlarında diatomit ikame ikamesi ile elde edilen 3 farklı çimento ile 3 farklı beton tipi üretilmiştir. Referans ve ikame oranı ile diatomitin baş harfine göre sırasıyla R, 10D ve 20D şeklinde kodlanmıştır. Beton tasarımında karışıma girecek malzeme miktarları TS 802 [19] standardına göre belirlenmiş olup, kıvamı 7-10 cm arasında olacak şekilde taze beton karışımları tasarlanmıştır. Deney numunelerinin hazırlanmasında 1m^3 için malzeme miktarları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Deney numunelerinin hazırlanmasında 1m^3 karışıma giren malzeme miktarı

Malzeme adı		**Özgül ağırlık**	**R, kg**	**10D, kg**	**20D, kg**
Agrega, mm	0-5	2.66	822	831	822
	5-19	2.69	586	593	586
	19-30	2.70	428	433	428
Toplam agrega			1836	1857	1836
PÇ		3.17	400	360	320
Diatomit		2.28	0	40	80
Hiper akışkanlaştırıcı		1.184	4.800	4.320	4.80
Su		1	139.7	139.7	123.3

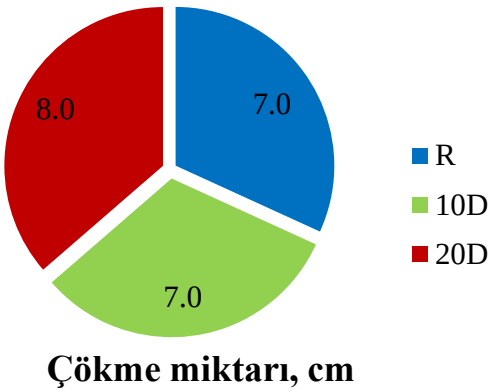
Deney için üretilen beton numuneleri 15x15x15 cm'lik plastik küp kalıplara yerleştirilmiş, 1 gün (24 saat) kalıpta bekletilmiş ve daha sonra kalıptan çıkarılan beton numuneleri 23±2 °C su içerisinde 28 gün kür edilmiştir. 28 gün sonra sudan çıkarılan numuneler, 56 ve 90 güne kadar %5 oranındaki NaCl içerikli suda kür edilmiştir. Bu şartlar altında elde edilen beton numunelerinin, 28, 56 ve 90 hidratasyon gün yaşlarında birim ağırlık, su emme, görünür boşluk oranı, ultrases geçiş hızı, kapiler su emme, yarmada çekme dayanımı ve basınç dayanımı deneyleriyle performansları belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Referans ve diatomit ikameli beton numuneleri için çökme, birim ağırlık, su emme, görünür boşluk oranı, ultrases geçiş hızı, kapiler su emme, yarmada çekme dayanımı ve basınç dayanımı deneyleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar aşağıda irdelenmiştir.

3.1. Çökme Deneyi

Çökme miktarı 7 ile 10 cm arasında olacak şekilde beton karışım dizaynı yapılmış ve taze beton çökme değerleri Şekil 2'de verilmiştir.

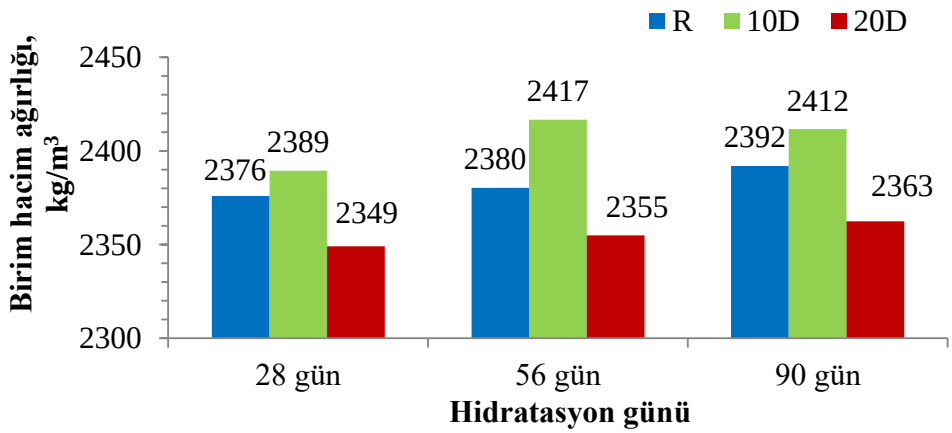


Şekil 2. Taze beton çökme miktarları

Deneylerden elde edilen sonuçlara göre R ve 10D kodlu beton numunesinde 7 cm, 20D kodlu beton numunesinde ise 8 cm çökme değeri olduğu belirlenmiştir. Çökme miktarları istenilen aralıklarda olduğu için bu karışım dizaynı esas alınarak beton numuneleri hazırlanmıştır.

3.2. Birim Hacim Ağırlığı, Su Emme ve Görünür Boşluk Oranı Deneyleri

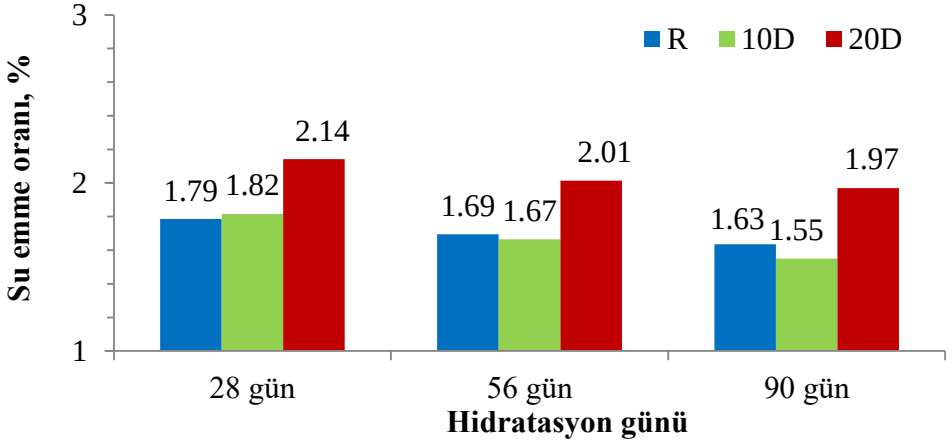
Beton numunelerinin; birim hacim ağırlığı, su emme ve görünür boşluk oranı deneyleri TS EN 12390-7 [20] esas alınarak hesaplanmış ve sonuçları sırasıyla Şekil 3, 4 ve 5'te verilmiştir.



Şekil 3. Beton numunelerinin birim hacim ağırlık değerleri

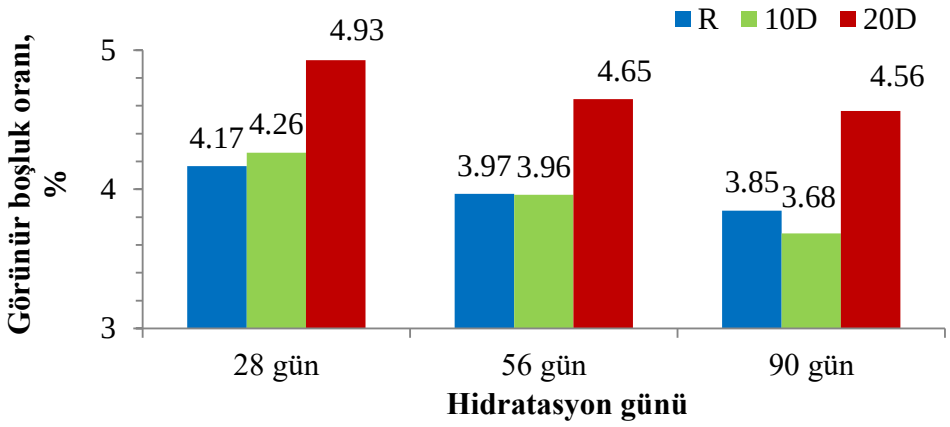
NaCl ortamında kür edilen beton numunelerinin birim hacim ağırlığı, 28. günde 10Z kodlu beton numunede 2389 kg/m^3 ile en büyük, 20D kodlu numunede ise 2349 kg/m^3 ile en küçük değere sahip olduğu belirlenmiştir. Birim hacim ağırlıkları referans beton numunelerine göre, 10Z kodlu beton numunesi %0.55 oranında artarken, 20Z kodlu numunede %1.14 oranında azalmaktadır. 56. günde

10Z kodlu beton numunede 2417 kg/m^3 ile en büyük, 20D kodlu numunede ise 2355 kg/m^3 ile en küçük değere sahip olduğu belirlenmiştir. Birim hacim ağırlıkları referans beton numunelerine göre, 10Z kodlu beton numunesi %1.56 oranında artarken, 20Z kodlu numunede %1.05 oranında azalmaktadır. 90. günde 10Z kodlu beton numunede 2412 kg/m^3 ile en büyük, 20D kodlu numunede ise 2363 kg/m^3 ile en küçük değere sahip olduğu belirlenmiştir. Birim hacim ağırlıkları referans beton numunelerine göre, 10Z kodlu beton numunesi %0.84 oranında artarken, 20Z kodlu numunede %1.21 oranında azalmaktadır (Şekil 3).



Şekil 4. Beton numunelerinin su emme oranları

NaCl ortamında kür edilen beton numunelerinin su emme oranları tüm hidratasyon günleri esas alındığında, %1.55 ile %2.14 arasında değiştiği belirlenmiştir. 20D kodlu beton numunesinin 28., 56. ve 90. günlerde en büyük su emme oranına sahip olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra 28. günde R kodlu beton numunesinin en küçük su emme oranlarına sahip olduğu görülerken 56. ve 90. günde 10D kodlu beton numunesinin en küçük su emme oranına sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4).



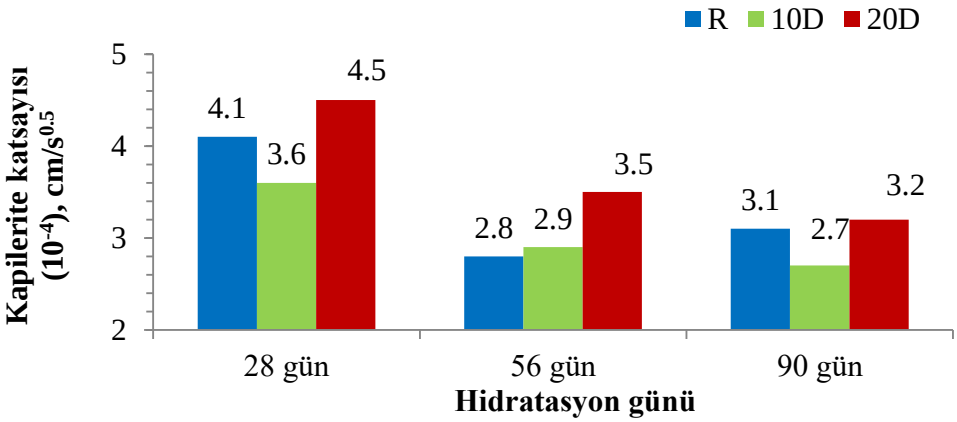
Şekil 5. Beton numunelerinin görünür boşluk oranları

NaCl ortamında kür edilen beton numunelerinin görünür boşluk oranları tüm hidratasyon günleri esas alındığında %3.68 ile %4.93 arasında değiştiği belirlenmiştir. 20D kodlu beton numunesinin tüm hidratasyon günlerinde günlerde en büyük görünür boşluk oranına sahip olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra 28. günde R kodlu beton numunesinin en küçük görünür boşluk oranlarına sahip olduğu görülerken 56. ve 90. günde 10D kodlu beton numunesinin en küçük görünür boşluk oranına sahip olduğu görülmektedir (Şekil 5).

Deneyler sonucunda elde edilen değerlere göre sertleşmiş beton numunelerinin görünür boşluk oranlarının, su emme oranları ve birim hacim ağırlıklarının birbiriyle nispeten uyumlu olduğunu tespit edilmiştir.

3.3. Kapiler Su Emme Deneyi

Beton numunelerinin kapilerite katsayıları, birim alanda emilen su miktarlarının (Q/A) ortalamaları ile kapiler su emme sürelerinin karekökü ($t^{0.5}$) arasında çizilen grafiklerin eğimlerinden belirlenmiş ve elde edilen değerler Şekil 6'da verilmiştir.



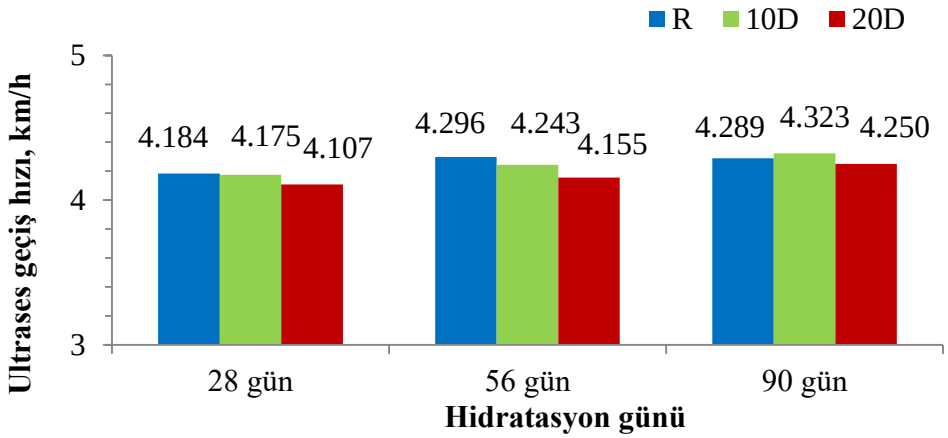
Şekil 6. Beton numunelerinin kapilerite katsayıları

NaCl ortamında kür edilen beton numunelerinin kapilerite kat sayı değerleri tüm hidratasyon günleri esas alındığında $2.7x10^{-4}$ cm/$s^{0.5}$ ile $4.5x10^{-4}$ cm/$s^{0.5}$ arasında değiştiği belirlenmiştir. 20D kodlu beton numunesinin tüm hidratasyon günlerinde günlerde en büyük kapilerite kat sayı değerlerine sahip olduğu görülürken 10D kodlu beton numunesinin ise en küçük kapilerite kat sayı değerlerine sahip olduğu görülmektedir (Şekil 6). Dolayısı ile tüm hidratasyon günlerinde %10 diatomit ikameli beton numunelerinin kapiler boşluklardan daha az su emdiği görülmektedir. Yapılan araştırmalara göre üretilen betonların kapiler boşluklarının az ve dolayısıyla beton kalitesinin iyi olduğu düşünülmektedir [21-23]. Bu sonuçlar, beton numunelerinin kapilerite kat sayısı değerlerinin; görünür boşluk oranları, su emme oranları ve birim hacim ağırlıkları ile uyumlu olarak geliştiği söylenebilir.

3.4. Ultrases Geçiş Hızı Deneyi

Beton numunesinin bir yüzeyinden içeriye gönderilen ses üstü dalgasının, diğer yüzeye geçişiyle ölçülen ultrases geçiş hızı değerleri Şekil 7'de verilmiştir.

NaCl ortamında kür edilen beton numunelerinin ultrases geçiş hızı değerlerinin tüm hidratasyon günleri esas alındığında 4.107 km/h ile 4.323 km/h arasında değiştiği belirlenmiştir. 20D kodlu beton numunesinin 28, 56 ve 90 hidratasyon gün yaşlarında en küçük ultrases geçiş hızı değerlerine sahip olduğu görülürken; 28. ve 56. günde R kodlu beton numunesinin en büyük ultrases geçiş hızı değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Ancak 90. günde 10D kodlu beton numunesinin referans betondan daha iyi ultrases geçiş hızı değerine sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 7). whitehurst tarafından yapılan değerlendirmeye göre ultrases geçiş hızı değerlerinin 3.5-4.5 km/h arasında olduğu ve bu sınıflandırmaya göre beton numunelerinin tümünün kalitesinin iyi olarak tarif edilen beton sınıfında olduğu belirlenmiştir [24].

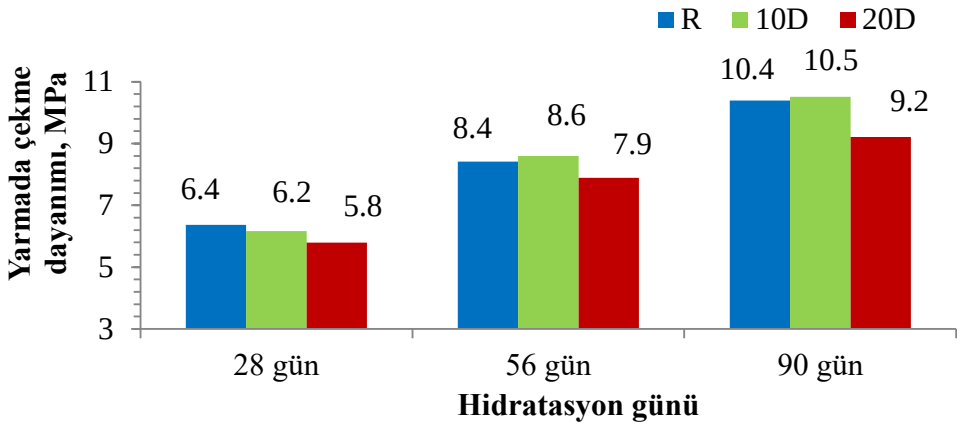


Şekil 7. Beton numunelerinin ultrases geçiş hızı değerleri

Bu sonuçlar sertleşmiş beton numunelerinin ultrases geçiş hızı değerlerinin, kapilerite kat sayısı, görünür boşluk oranları, su emme oranları ve birim hacim ağırlıkları ile uyumlu olduğunu göstermektedir.

3.5. Yarmada Çekme Dayanımı Deneyi

Yarmada çekme dayanımı deneyleri için hazırlanan 27 beton numunesi TS EN 12390–6'ya [25] uygun olarak deneye tabi tutulmuş ve elde edilen değerler Şekil 8'de verilmiştir.



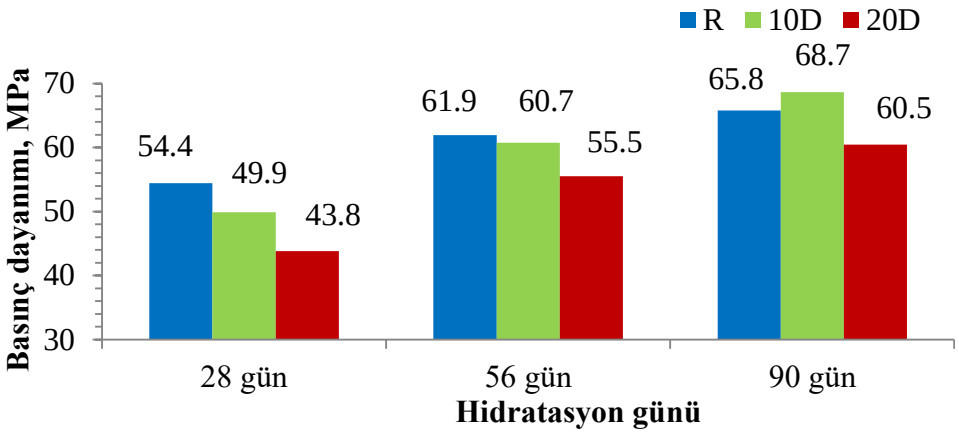
Şekil 8. Beton numunelerinin yarmada çekme dayanımı değerleri

NaCl ortamında kür edilen beton numunelerinin yarmada çekme dayanımlarının, hidratasyon günlerine göre arttığı ve 5.8 MPa ile 10.4 MPa arasında farklı değerler aldığı belirlenmiştir (Şekil 8). Yarmada çekme dayanımları 28. günde, R kodlu beton numunesinde 6.4 MPa ile en büyük, 20Z kodlu beton numunesinde ise 5.8 MPa ile en küçük değerdedir. Referans beton numunesine göre yarmada çekme dayanımları, 10D ve 20D kodlu numunelerde sırasıyla %3.13 ve %9.38 oranında azalmaktadır. 56. günde, 10D kodlu beton numunesinde 8.6 MPa ile en büyük, 20Z kodlu beton numunesinde ise 7.9 MPa ile en küçük değerdedir. Referans beton numunesine göre yarmada çekme dayanımları, 10D kodlu numunede %2.38 oranında artarken, 20D kodlu numunede %5.95 oranında azalmaktadır. 90. günde, 10D kodlu beton numunesinde 10.5 MPa ile en büyük, 20Z kodlu beton numunesinde ise 9.2 MPa ile en küçük değerdedir. Referans beton numunesine göre yarmada çekme dayanımları, 10D kodlu numunede %0.96 oranında artarken, 20D kodlu numunede %11.5 oranında azalmaktadır (Şekil 8). Beton numunelerinin hidratasyon günleri ilerledikçe yarmada çekme dayanımlarının arttığı, bunun yanı sıra ultrases geçiş hızı, kapilerite kat sayısı, görünür

boşluk ve su emme oranları ile uyumlu olarak gelişme gösterdiği belirlenmiştir.

3.6. Basınç Dayanımı Deneyi

Basınç dayanımı deneyleri için hazırlanan 27 beton numunesi TS EN 12390–6'ya [25] uygun olarak deneye tabi tutulmuş ve elde edilen değerler Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9. Beton numunelerinin basınç dayanımı değerleri

NaCl ortamında kür edilen beton numunelerinin basınç dayanımlarının, hidratasyon günlerine göre arttığı ve 43.8 MPa ile 68.7 MPa arasında farklı değerler aldığı belirlenmiştir (Şekil 9). Basınç dayanımları 28. günde, R kodlu beton numunesinde 54.4 MPa ile en büyük, 20Z kodlu beton numunesinde ise 43.8 MPa ile en küçük değerdedir. Referans beton numunesine göre basınç dayanımları, 10D ve 20D kodlu numunelerde sırasıyla %8.3 ve %19.5 oranında azalmaktadır. 56. günde, R kodlu beton numunesinde 61.9 MPa ile en büyük, 20Z kodlu beton numunesinde ise 55.5 MPa ile en küçük değerdedir. Referans beton numunesine göre basınç dayanımları, 10D ve 20D kodlu numunelerde sırasıyla %1.9 ve %10.3 oranında azalmaktadır. 90. günde, 10D kodlu beton numunesinde 68.7 MPa ile en büyük, 20Z kodlu beton numunesinde ise 60.5 MPa ile en küçük değerdedir. Referans beton numunesine göre basınç dayanımları, 10D kodlu numunede %4.4 oranında artarken, 20D kodlu numunede %8.1 oranında azalmaktadır (Şekil 9). Beton numunelerinin hidratasyon günleri ilerledikçe diatomitin puzolanik özelliği nedeniyle basınç dayanımlarının referans betona kıyasla daha yüksek oranda arttığı, bunun yanı sıra yarmada çekme dayanımı, ultrases geçiş hızı, kapilerite kat sayısı, görünür boşluk ve su emme oranları ile de uyumlu olarak gelişme gösterdiği belirlenmiştir.

4. Sonuç ve Öneriler

Betona etkiyen zararlı çevresel etkilerden olan tuzlu ortamda betonun performansı araştırmak için yapılan bu araştırmadaki analiz ve deneylerin bulgularına göre;

- Kimyasal analiz bulgularına göre diatomitin SiO_2, Al_2O_3 ve Fe_2O_3 toplamlarının %88.86 olarak belirlendiği, silisçe zengin olduğu ve puzolanik özellik taşıması açısında olumlu özellik gösterebileceği (S+A+F≧%70),
- Özgül ağırlık ve Blaine deneyleri sonuçlarından elde edilen verilere göre; diatomit ikameli çimentoların ikame oranlarına bağlı olarak özgül ağırlıklarının düşük olduğu, diatomitin çimentoya göre daha yüksek özgül yüzey alanına sahip olduğu,
- Birim ağırlık, su emme ve görünür boşluk oranları dikkate alındığında hidratasyon yaşı ileledikçe olumlu gelişmelerin görüldüğü ve en uygun bulguların 90 gün yaşında 10D kodlu beton numunesinde olduğu,

- Hidratasyon yaşı ilerledikçe betonun yapısındaki kılcal kanallar yoluyla emilen su miktarının azaldığı, en uygun bulguların 90 gün yaşında 10D kodlu beton numunesinde olduğu, ve bu bulgulara göre diatomitin dayanıklılık açısından betona olumlu katkı sağlayabileceği,
- Üretilen beton numunelerinin tümünün ultrases geçiş hızı değerlerinin 4.107 km/h ile 4.323 km/h arasında değiştiği ve bu bulgulara göre whitehurst tarafından yapılan değerlendirme esas alındığında beton numunelerinin tümünün iyi (3.5-4.5 km/h) olarak tarif edilen beton sınıfında olduğu,
- Beton numunelerinin yarmada çekme ve basınç dayanımı değerlerinin kullanılan çimento ya da mineral ve kimyasal katkı türüne, bunların fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri, katkı oranları ve hidratasyon sürelerine bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca diatomit ikameli beton numunelerinin dayanımlarının, referans betona göre daha yavaş ancak artarak geliştiği belirlenmiştir.

Elde edilen bulguların tümü birlikte değerlendirildiğinde ülkemizde bol miktarda bulunan diatomitin beton sektöründe kullanılabilir olduğu düşünülmektedir. Yapılan bu çalışmaya ilave olarak silis dumanı, uçucu kül, yüksek fırın cürufu gibi diğer yapay ve doğal puzolanların 1(bir) yıl ya da daha ileriki yaşlarda dayanım gelişim aşamalarının ve donma çözülme gibi deneylerin yapılmasıyla meydana gelecek olan betonun yapısındaki değişikliklerin izlenmesi faydalı olacaktır.

Teşekkür

Yazarlar, çalışmayı destekleyen ve katkı sağlayan Düzce Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Komisyon Başkanlığına (Proje kod numarası: 2011.03.HD.09) ve Düzce Yiğitler Beton'a teşekkür ederler.

Kaynaklar

[1] Kocak Y., "A Study On The Effect Of Fly Ash And Silica Fume Substituted Cement Paste And Mortars", Scientific Research And Essays, 2010, 5 (9): 990–998.

[2] Okoye F.N., Durgaprasad J., Singh N.B., "Effect Of Silica Fume On The Mechanical Properties Of Fly Ash Based–Geopolymer Concrete", Ceramics International, 2016, 42: 3000–3006.

[3] Dorum A., Koçak Y., Yılmaz B.., Uçar A., "Yüksek Fırın Cürufunun Çimento Yüzey Özelliklerine Ve Hidratasyona Etkileri", Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2009, 19: 47–58.

[4] Zhao H., Sun W., Wu X., Gao Bo., "The Properties Of The Self–Compacting Concrete With Fly Ash And Ground Granulated Blast Furnace Slag Mineral Admixtures", Journal Of Cleaner Production, 2015, 95: 66–74.

[5] Zhengqi L., "Drying Shrinkage Prediction Of Paste Containing Meta–Kaolin And Ultrafine Fly Ash For Developing Ultra–High Performance Concrete", Materials Today Communications, 2016, 6: 74–80.

[6] Kocak Y., Nas S., "The Effect Of Using Fly Ash On The Strength And Hydration Characteristics Of Blended Cements", Construction And Building Materials, 2014, 73: 25–32.

[7] Koçak Y., Dorum A., Yılmaz B., Uçar A., "Trasın Çimento Yüzey Özelliğine, Hidratasyona Ve Basınç Dayanımına Etkisi", E–Journal Of New World Sciences Academy Technological Applied Sciences, 2010, 5 (1): 1–14.

[8] Kocak Y., Tascı E., Kaya, U., "The Effect Of Using Natural Zeolite On The Properties And Hydration Characteristics Of Blended Cements", Construction And Building Materials, 2013, 47: 720–727.

[9] Yıldız K., Dorum A., Koçak Y., "Pomza Zeolit Ve Cem I Çimentosunun Minerolojik Moleküler Elektrokinetik Ve Termal Uyumunun Yüksek Dayanımlı Betona Etkisinin Araştırılması", Journal Of The Faculty Of Engineering And Architecture Of Gazi University, 2010, 25 (4): 867–879.

[10] Subaşı A., Emiroğlu M., "Effect Of Metakaolin Substitution On Physical, Mechanical And Hydration Process Of White Portland Cement", Construction And Building Materials, 2015, 95: 257–268.

[11] Keleştemur O., Demirel B., "Effect Of Metakaolin On The Corrosion Resistance Of Structural Lightweight Concrete", Construction And Building Materials, 2015, 81: 172–178.

[12] Siddique R., Kadri E-H., "Effect Of Metakaolin And Foundry Sand On The Near Surface Characteristics Of Concrete", Construction And Building Materials, 2011, 25: 3257–3266.

[13] Yılmaz B., Ediz N., "The Use Of Raw And Calcined Diatomite İn Cement Production", Cement & Concrete Composites, 2008, 30: 202–211.

[14] Gerengi H., Kocak Y., Jażdżewska A., Kurtay M., Durgun H., "Electrochemical İnvestigations On The Corrosion Behaviour Of Reinforcing Steel In Diatomite– And Zeolite–Containing Concrete Exposed To Sulphuric Acid", Construction And Building Materials, 2013, 49: 471–477.

[15] Yılmaz B., Ediz N., Bentli İ., "Kütahya-Alayunt Bölgesi Killi Diyatomitlerin Çimento Üretiminde Kullanilabilirliğinin Araştirilmasi" Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006, 12: 313-317.

[16] Aruntaş H.Y., "Diatomitlerin Çimentolu Sistemlerde Puzolanik Malzeme Olarak Kullanılabilirliği", Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1996.

[17] Kuyumcu, H.M., "*Deniz suyu ve sülfatlı suların beton dayanımına etkisi"*, Yüksek lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 2006.

[18] Yıldırım K., Sümer, M., "Denize Yakın Ortamda Beton Korozyonu", Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, Antalya, Türkiye, 359-371, 2005.

[19] TS 802, "Beton Karışımı Hesap Esasları", (2009).

[20] TS EN 12390–7, "Beton–Sertleşmiş Beton Deneyleri, Bölüm 7: Sertleşmiş Betonun Yoğunluğunun Tayini", (2010).

[21] Ghrici M., Kenai S., Said-Mansour M., "Mechanical Properties And Durability Of Mortar And Concrete Containing Natural Pozzolana And Limestone Blended Cement", Cement & Concrete Composites, 2007, 29 (7): 542–549.

[22] Topçu İ.B., Bilir T., Uygunoğlu T., "Effect Of Waste Marble Dust Content As Filler On Properties Of Self-Compacting Concrete", Construction And Building Materials, 2009, 23: 1947–1953.

[23] Erdoğan T. Y. "Beton", ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık Ve İletişim Aş., Isbn / Issn: 975-7064-67-X, Ankara, Türkiye, (2007).

[24] TS EN 12390–6, "Beton - Sertleşmiş Beton Deneyleri - Bölüm 6: Deney Numunelerinin Yarmada Çekme Dayanımının Tayini", (2010).

[25] TS EN 12390–3, "Beton–Sertleşmiş Beton Deneyleri–Deney Numunelerinde Basınç Dayanımının Tayini", (2010).