

Karışımda Kullanılan Deniz Suyunun Beton Basınç Dayanımına Etkisi

Sabahattin Aykaç ve Şule Bakırcı Er

Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Gazi Üniversitesi, Maltepe, Ankara, 06570, Türkiye
Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Gazi Üniversitesi, Maltepe, Ankara, 06570, Türkiye
Phone: +90 (312) 582-3208; Fax: +90 (312) 231-9223, saykac@gazi.edu.tr, sbakirci@gazi.edu.tr

Özet— Bu çalışmada deniz suyunun, beton karışım suyu olarak kullanılmasının beton dayanımı üzerindeki etkileri deneysel olarak araştırılmıştır. Bu amaçla bir dizi deney yapılmış ve sonuçlar, karışım suyu olarak, içilebilir su kullanılarak üretilmiş numuneler ile karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonunda, karışım suyu olarak, deniz suyunun erken dönem beton dayanımı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler— Beton basınç dayanımı, deniz suyu, tuzlu su

Abstract— *Effect of Sea Water Used in Mixture on Compressive Strength of Concrete*

In this study, effects of sea water using as concrete mix water on compressive strength of concrete has been researched experimentally. Accordingly, a series of experiments have been performed and the results have been compared with samples which made using potable water as mix water. Finally, it's seen that there is no a significant effect of sea water as mix water on early period of compressive strength.

Keywords— *Compressive strength of concrete, sea water, salt water*

I. GİRİŞ

Beton karışım suyunun temel olarak iki önemli görevi vardır. Bunlardan biri işlenebilirliği sağlamak, diğeri ise çimento ile reaksiyona girerek agrega taneleri arasında bağlayıcılığı sağlamaktır. Genellikle içilebilir kalitedeki tüm suların beton karışım suyu olarak kullanılabilmesi bir çok kaynakta belirtilmiştir. Ancak ülkemizde karışım suyu olarak deniz suyunun kullanımına zaman zaman rastlanmaktadır. Özellikle 1999 Marmara Depreminde bu konu oldukça sık gündeme gelmiştir. Betonarme yapıların tasarım ve yapım kuralları ile ilgili yönetmelik olan TS500 de bazı durumlarda deniz suyunun kullanılabilmesi dolaylı da olsa belirtilmiştir, [1]. TS EN 1008 de ise deniz suyu ve acı göl sularının; içerisinde donatı veya gömülü metal bulunmayan betonlarda kullanılabilmesi, içerisinde donatı veya metal bulunan betonlarda ise deniz suyu kullanımının toplam klorür muhtevasına bağlı olduğu belirtilmiştir, [2]. Aynı yönetmelikte içerisinde donatı veya metal bulunan betonlarda 1000 mg/L, bulunmayan betonlarda ise 4500 mg/L ye kadar

klorür muhtevasına izin verilebileceği bildirilmiştir. Ayrıca kıydan uzak çeşitli deniz yapılarında da, zaman zaman, deniz suyunun karışım suyu olarak kullanıldığı bilinmektedir. Genellikle karışımda kullanılan deniz suyunun, beton dayanımını önemli ölçüde düşürebileceği yönünde yaygın bir kanaat vardır. Ancak bu konuda deneysel olarak yapılmış olan çalışmalarda deniz suyunun bilinenin aksine beton dayanımını arttırabildiği belirtilmiştir, [3]. Konu ile ilgili yapılmış çeşitli araştırmalar olmasına rağmen [4-8] bu çalışmada, karışımda kullanılan deniz suyunun betonun erken dönem dayanımı üzerindeki etkilerini ortaya belirgin olarak çıkartabilmek için değişik bir yaklaşımda bulunulmuş ve karışım suyu olarak, deniz suyunun yanı sıra yapay olarak tuzlandırılmış su da kullanılmıştır.

II. AMAÇ VE KAPSAM

Bu çalışma, karışımda kullanılan deniz suyunun, betonun erken dönem basınç dayanımını nasıl etkileyeceğini belirlemek için yapılmıştır. Bu amaçla bir dizi deney gerçekleştirilmiştir. Çalışma betonun sadece erken dönem basınç dayanımı ile ilgili olup, korozyon ve kimyasal etkileşim gibi nedenlerle beton dayanımında, zamanla oluşabilecek dayanım değişiklikleri çalışmanın kapsamı dışında tutulmuştur. Betonun erken dönem dayanımı ile ilgili literatürde kabul görmüş herhangi bir zaman dilimi olmamasına rağmen, yazarlar bu sürenin 5 yıl ile sınırlandırılmasının uygun olacağını düşünmektedirler.

Çalışmada; deniz suyunun dayanım üzerindeki etkilerini daha da belirginleştirebilmek için, deniz suyunun yanı sıra yapay olarak tuzlandırılmış karışım suları da kullanılmıştır. Ancak bu yapılırken buharlaştırma sonunda deniz suyundan elde edilen katı maddelerin hepsinin tuz (NaCl) olduğu varsayılmış ve bu maddelerin tamamı, bu çalışmada tuz olarak adlandırılmıştır.

III. DENEYSEL ÇALIŞMA

Çalışmada; biri içilebilir su ile, bir başkası deniz suyu ile ve diğerleri farklı oranlarda tuz içeren sularla hazırlanmış yedi grup numune hazırlanmıştır. Gruplar 150 mm çaplı ve yüksekliği 300 mm olan silindir numunelerden

oluşturulmuştur. Deney grupları Tablo 1. de sunulmuştur. Bu tablodaki A-grubu numuneler içilebilir su ile hazırlanmıştır. G-grubu numuneler ise Akdeniz'in Mersin bölgesinden getirilen deniz suyu ile hazırlanmıştır. B, C, D, E ve F-grubundaki numuneler ise sırasıyla %1, %2, %4, %8 ve %16 oranlarında tuzlu su ile hazırlanmıştır. Ayrıca, G-grubunda kullanılan deniz suyu buharlaştırma yolu ile ayrıştırılmış ve oldukça küçük bir standart sapma ile tuz oranının %4.1 olduğu belirlenmiştir. Tablo 1. de verilen tuz oranları; kullanılan tuz ağırlığının, tuzlu su ağırlığına bölünmesi ile elde edilmiştir.

Hazırlık aşamasında öncelikle içilebilir su ile hazırlanmış ve ortalama dayanımı 20 MPa olan bir karışım, deneme yanılma yöntemi ile, belirlenmiş ve tüm deney gruplarında aynı karışım oranları kullanılmıştır. Tuzlu suyla hazırlanan numunelerde, su hacmi ve su/çimento oranı hep sabit tutulmuş ($S/C=0.55$) ve bu su miktarına göre öngörülen yüzdeyi sağlayacak kadar tuz ilave edilmiştir. Tuzlu suyla hazırlanan numunelerde, tuzun suda tamamen çözünmesine özen gösterilmiştir. Tablo 2' de her gruba ait karışım bileşenleri verilmiştir. Bu tablodaki değerler 0.0625 m^3 hacmindeki betonda kullanılan karışım ağırlıklarıdır.

Karışımların hazırlık aşamalarında oldukça titiz davranılmış ve tüm karışımların aynı şartlarda hazırlanmış olmasına özen gösterilmiştir. Beton harcı kalıplara üç eşit katmanda yerleştirilmiş ve her katmandan sonra, sarsma tablası üzerinde on beş saniye titreştirilmiştir. Böylece betonun kalıp içinde olabildiğince eşit oranlarda sıkışması sağlanmıştır. Numuneler kalıplarından bir gün sonra çıkartılmış ve eşit şartlardaki kür ortamında 15 gün süreyle tutulmuşlardır. Deneylerin yapıldığı laboratuvarında standart bir kür odası bulunmadığından numuneler ıslak çuvallara sarılarak kür uygulanmıştır. Numuneler TSE belgeli bir beton laboratuvarında test edilmiş ve tüm numuneler aynı yüklem hızında kırılmıştır.

TABLO I
NUMUNE GRUPLARI VE TUZ ORANLARI

Numune Grubunun Adı	Silindir Numune Sayısı	Ağırlıkça Tuz Oranları
A	10	%0
B	10	%1
C	10	%2
D	8	%4
E	8	%8
F	8	%16
G	8	%4.1

TABLO II
KARIŞIM MİKTARLARI ($N/0.0625 \text{ m}^3$)

Deney Grubu	A	B	C	D	E	F	G
Su (N)	138	138	138	138	138	138	138
Çimento (N)	250	250	250	250	250	250	250
Çakıl (N) (7-15 mm)	674	674	674	674	674	674	674
Kum (N) (0-3 mm)	396	396	396	396	396	396	396
Eklene Tuz (N)	0	1.39	2.82	5.75	12	26.29	0

IV. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Deneylerden elde edilen sonuçlar Tablo 3'te topluca verilmiştir. Aynı tabloda kırım andındaki beton yaşları da belirtilmiştir. Ayrıca tuzlu su oranına bağlı olarak beton dayanımlarının değişimi Şekil 1'de ve ortalama beton dayanımının değişimi ise Şekil 2'de gösterilmiştir.

Karışımlar hazırlanırken, tuz oranına bağlı olarak beton kıvamının arttığı ve betonun işlenebilirliğinin azaldığı görülmüştür. Özellikle yüksek tuz oranlarında (%8 ve %16) bu etkiler çok daha belirgin olarak ortaya çıkmış ve bu karışımlardaki slump değerinin yaklaşık olarak sıfır olduğu gözlenmiştir. Numuneler kalıplardan çıkartıldıktan sonra gözlemsel olarak iyi durumda oldukları belirlenmiş ve numune yüzeylerinde herhangi bir çatlak gözlenmemiştir.

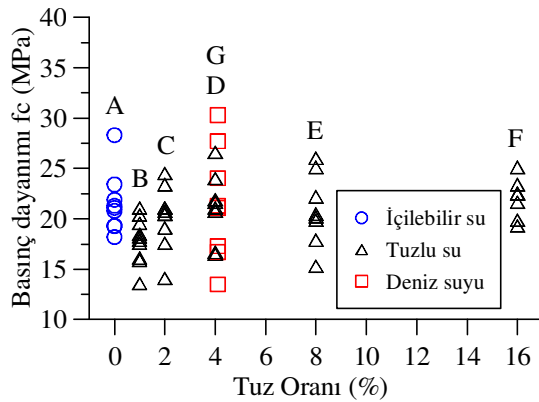
Tablo 3 ve Şekil 1'de deniz suyu ile hazırlanan karışımdan elde edilen dayanımların standart sapmasının diğer karışımlara göre daha büyük olduğu görülmektedir. Ancak bu konuda bir genelleme yapmanın en azından şu aşamada pek olası olmadığı bilinmelidir. Buna rağmen, deniz suyu ile hazırlanan karışımlarda, karakteristik beton dayanımların hesabında kullanılan bazı dayanım azaltıcı değerlerin kullanılmayacağı konusunda ciddi endişeler ortaya çıkmıştır. Gelecekte bu yönde daha çok deney yapılarak durum belirginleştirilmelidir.

%2'nin altındaki tuz oranlarında beton dayanımının içilebilir su ile hazırlanandan daha az olduğu görülmüştür. Özellikle %1'lik tuz oranı ile hazırlanmış grubun beton dayanımı referans gruba (A-grubu) göre %15 kadar daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ancak tuz oranı arttıkça aradaki fark kapanmış ve referans grubun dayanımına ulaşılmıştır. Bu anlamda bakıldığında %2 ve üzerindeki tuz oranlarının beton dayanımını olumsuz yönde pek etkilemediği görülmüştür.

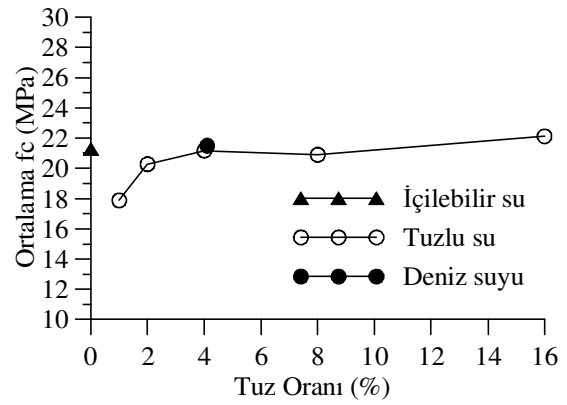
Tuz oranı yaklaşık %4 olarak ölçülmüş olan deniz suyu (G-grubu) ile hazırlanmış karışımın dayanımında da herhangi bir kayıp gözlenmemiştir. İşin ilginç yanı, bu grubun dayanımı ile %4'lük tuz oranına sahip D-grubunun dayanımı yaklaşık aynı olmuştur.

TABLO 3
NUMUNE DAYANIMLARI VE KIRIM YAŞLARI (MPa)

Numune Numarası	A	B	C	D	E	F	G
1	18.2	13.6	14.1	16.5	15.3	19.3	13.5
2	19.3	15.9	17.6	16.7	17.9	19.9	16.7
3	19.3	16.1	19.1	20.8	19.9	21.7	17.3
4	19.3	17.6	20.5	21.1	20.2	22.5	21.1
5	20.8	17.9	20.5	21.7	20.5	22.5	21.3
6	21.1	18.2	20.8	21.9	22.2	22.5	24.0
7	21.3	18.5	21.1	24.0	25.1	23.4	27.7
8	21.9	19.6	21.1	26.6	26.0	25.1	30.3
9	23.4	20.4	23.4	---	---	---	---
10	28.3	21.1	24.5	---	---	---	---
Ortalama	21.3	17.9	20.3	21.2	20.9	22.1	21.5
Standart Sapma	2.9	2.3	2.9	3.4	3.5	1.9	5.7
Yaş (gün)	83	67	58	55	55	53	53



Şekil 1 Deney gruplarının basınç dayanımları



Şekil 2. Deney gruplarının ortalama basınç dayanımları

V. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada deniz suyu ile hazırlanmış betonların erken dönem basınç dayanımları araştırılmıştır. Bu amaçla deniz suyu kullanılarak bir karışım hazırlanmış ve beton dayanımları test edilmiştir. Ayrıca deniz suyundaki tuz oranının etkilerini daha da belirginleştirmek için yapay olarak tuzlandırılmış sularla da değişik karışımlar hazırlanmış ve test edilmiştir. Sonuçlar içilebilir su ile hazırlanıp test edilmiş karışımın dayanımları ile karşılaştırılmıştır. Sınırlı sayıda deneyden elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- Özellikle, %2 ve üzerindeki tuz oranları (tuz ağırlığının tuzlu suya oranı) ile hazırlanmış karışımların beton dayanımı üzerinde olumsuz bir etkisi olmadığı görülmüştür. Ancak daha düşük tuz oranlarında beton dayanımında %15'lere varan kayıplar olabileceği belirlenmiştir.
- Bu nedenle, zorunlu durumlarda, deniz suyunun önemsiz veya kısa dönemlik geçici yapılarda (şantiye binası vb.) kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır. Ancak deniz suyu ile hazırlanmış betonların uzun vadedeki dayanımın nasıl olacağı, en azından bu aşamada pek bilinmediğinden, deniz suyu ile hazırlanmış beton karışımları, önemli yapılarda veya uzun ömürlü olarak tasarlanmış yapılarda kullanılmamalıdır.
- Varılan sonuçlar betonun erken dönem dayanımlarına ait olup zamanla dayanımların nasıl değişeceği bilinmemektedir ve araştırılmalıdır. Bu nedenle burada ulaşılan sonuçların beton yaşına bağlı olarak olumsuz yönde değişebileceği, tuzlu deniz suyunun beton ve donatıda önemli korozyon hasarları oluşturabileceği ve buna bağlı olarak ta dayanımda önemli düşmeler olabileceği unutulmamalıdır.
- Deniz suyu ile hazırlanmış beton karışımlarında işlenebilirliğin önemli ölçüde azalabileceği unutulmamalı ve bu durum tasarım aşamasında göz önünde bulundurulmalıdır.

VI KAYNAKLAR

- [1] TS 500 “Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları”, s 11, Şubat 2000,.
- [2] TS EN 1008 “ Beton-Karma Suyu –Numune Alma, Deneyler ve Beton Endüstrisindeki İşlemlerden Geri Kazanılan Su Dahil, Suyun, Beton Karma Suyu Olarak Uygunluğunun Tayini Kuralları”, s 2-3, Nisan 2003.
- [3] O. O. Akinkulore , C. Jiang and O. M. Shobola, “The Influence of Salt Water on Compressive Strength of Concrete”, Journal of Engineering and Applied Sciences, Vol. 2, pp.412-415, 2007.
- [4] S. Eiamkamornkul and S. Saksurpharp “Effect of Sea Water on Compressive Strength of Fly Ash Concrete”, 1998.
- [5] D. F. Griffin and R. L. Henry, “The Effect of Salt in Concrete on Compressive Strength, Water Vapor Transmission, and Corrosion of Reinforcing Steel”, Technical Report, U.S. Naval Civil Engineering Laboratory, 22 July, 1964.
- [6] B. Baradan ve H. Yazıcı, “Betonarme Yapılarda Durabilite ve TS EN 206-1 Standardının Getirdiği Yenilikler”, Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı 426-2003/4, s 62-69, 2003.
- [7] M. Uyan ve Y. Akkaya, “Deniz Sularının Karma Suyu Olarak Beton Özelliklerine Etkisi”, Hazır Beton Dergisi, Türkiye Hazır Beton Birliği Yayını, s 80-84, İstanbul.,Temmuz-Ağustos 1995,
- [8] T. Y. Erdoğan, “Karışım ve Bakım Suları”,ODTÜ, Ankara, 1995.